

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления втулки</b>

УДК 621.9.01:621.887.6/.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Чжан Цзябао		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кирсанов С.В.	д.т.н, проф.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Попова С.Н.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Авдеева И.И.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Томск – 2018 г.

## Планируемые результаты обучения по программе

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



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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Чжан Цзябао

Темаработы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2018
--	------------

#### 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, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Кирсанов Сергей Васильевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова Светлана Николаевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
<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>	10.03.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кирсанов Сергей Васильевич	д.т.н, проф.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Чжан Цзябао		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л41	Чжан Цзябао

<b>Школа</b>	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	<b>Кафедра</b>	Материаловедения
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

**Тема работы: Разработка технологического процесса изготовления  
детали типа «Втулка».**

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов для изготовления детали типа «Втулка»	<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 - 60 руб./час.                  2 разряд – 76,5 руб./час.                  3 разряд – 97,56 руб./час.                  4 разряд – 124,44 руб./час.                  5 разряд – 158,7 руб./час.                  6 разряд – 202,5 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию – 5,9 руб/кВт.ч.</p>

<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0,06</li> <li>- затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</li> <li>- затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</li> <li>- затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</li> <li>- общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</li> <li>- общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</li> <li>- расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</li> </ul>
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</li> <li>2. Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ</li> <li>3. Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</li> </ol>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p>	

<p>1. Расчет себестоимости изготовления детали типа «Втулка»</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</li> <li>2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</li> <li>3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</li> <li>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</li> <li>5. Провести расчет себестоимости.</li> </ol>
<p>2. Расчет цены детали типа «Втулка» с НДС</p>	<p>Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	Кандидат экономических наук		01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Чжан Цзябао		01.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л41	Чжан Цзябао

<b>Институт</b>	<b>Неразрушающего контроля</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Физических методов и приборов контроля качества</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

**Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали типа «втулка».**

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

1. Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование (ПК)
2. Описание рабочего места на предмет возникновения:
  - вредных проявлений факторов производственной среды  
(для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществам., которые могут образовываться в процессе работы оборудования, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от станков, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от ПК);
  - опасных проявлений факторов производственной среды  
(в связи с присутствием электричества для питания ПК и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) материалов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);
  - необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от оборудования, парниковые и токсичные газы, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника;
  - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).

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

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
  - а) приводится перечень всех используемых в работе вредных веществ, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействие их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;
  - б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем



месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет требуемого воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);

– в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;

– г) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ;

– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);

– предлагаемые средства защиты

(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

– а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;

– б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;

пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

3. Охрана окружающей среды:

организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).

4. Защита в чрезвычайных ситуациях:

– а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия

– разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;

– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;

разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);

### **Перечень графического материала:**

1) Пути эвакуации

2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ассистент	Авдеева И.И.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Л41	Чжан Цзябао		

## Содержание

Введение .....	12
Технологическая часть .....	14
1. Исходные данные .....	14
2. Анализ технологичности конструкции детали .....	16
3. Определение типа производства .....	16
4. Выбор исходной заготовки .....	19
5. Разработка маршрута технологии изготовления втулки .....	20
6. Размерный анализ технологического процесса .....	26
6.1. Допуски на конструкторские размеры .....	26
6.2. Допуски на технологические размеры .....	27
6.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	28
7. Анализ припусков и расчет технологических размеров .....	29
7.1 Расчет припусков на осевые размеры .....	29
7.2 Расчет припусков на диаметральные размеры .....	29
7.3 Расчет технологических размеров .....	30
8. Выбор оборудования .....	43
9. Расчет режимов резания .....	45
10. Расчет времени .....	67
11. Конструкторская часть .....	75
11.1. анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления. ....	75
11.2. разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления. ....	76
11.3. описание конструкции и работы приспособления .....	78
11.4. выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров .....	78
Раздел Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	80
1. Общие положения .....	80
2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы» .....	82
3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» .....	83
4. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты» .....	83
5. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....	84
6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....	84
7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды» .....	86
8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения» .....	87

9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования» .....	87
10. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	94
11. Расчет затрат по статье «Технологические потери» .....	94
12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	95
13. Расчет затрат по статье «Потери брака» .....	95
14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы» .....	96
15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию» .....	96
16. Расчет прибыли .....	96
17. Расчет НДС .....	97
18. Цена изделия .....	97
Раздел социальная ответственность .....	98
Описание рабочего места .....	98
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	98
1.1. Метеоусловия.....	99
1.2. Производственный шум .....	100
1.3 Освещенность .....	101
1.4 Электромагнитные поля .....	103
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	108
2.1 Факторы электрической природы .....	108
2.2. Факторы пожарной и взрывной природы .....	109
2.3. Поражение механизированным оборудованием. ....	109
3. Охрана окружающей среды .....	112
4. Защита в ЧС .....	113
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	113
Список литературы .....	115

## **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 (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);

- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;

- использование эффективной системы управления и планирования производства;

- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

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 конкурентоспособность 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.

В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

# 1.Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления втулки. Чертёж детали представлен на рисунке 1.

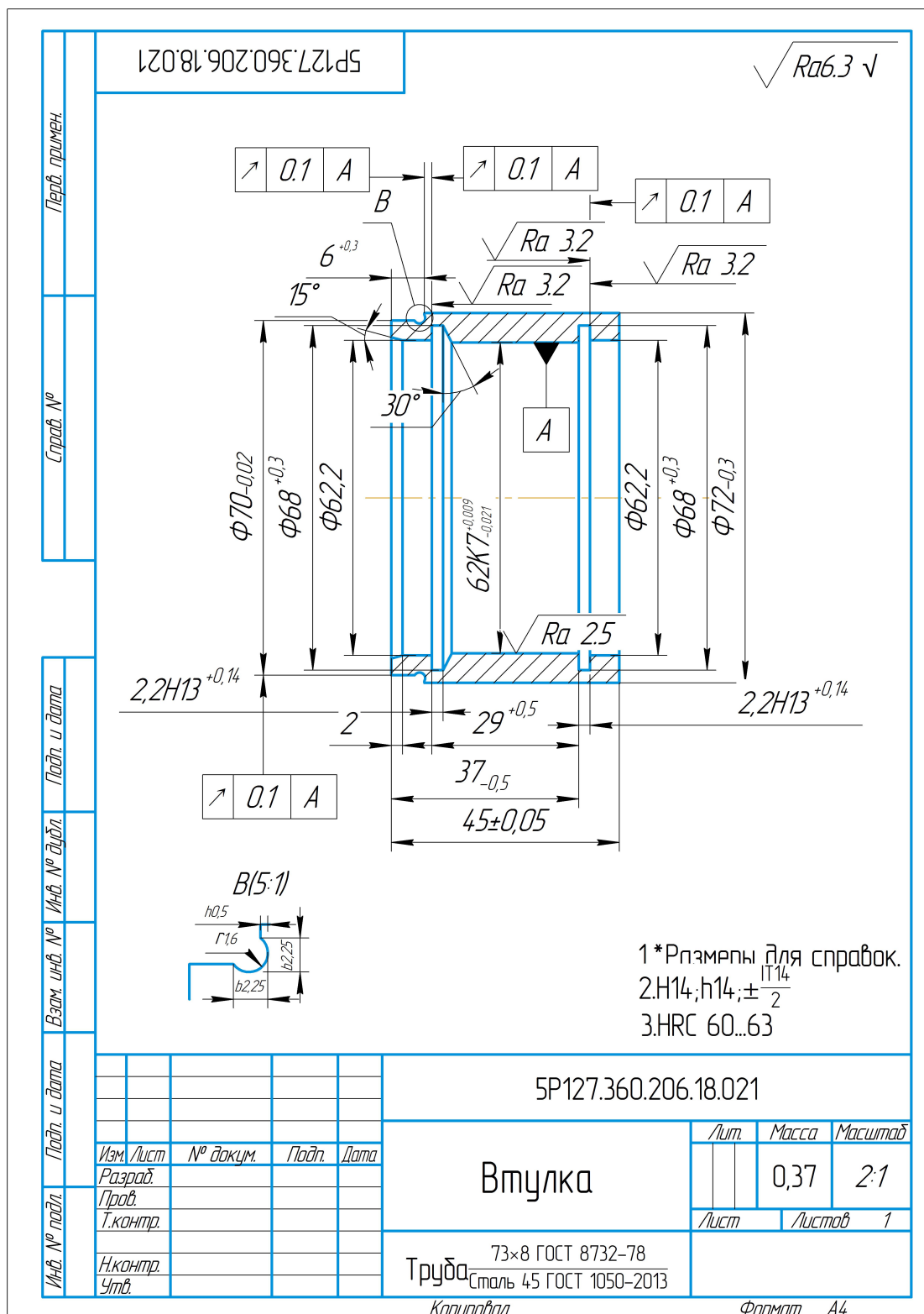


Рис.1. Чертёж втулки

## 2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – втулка– представляет собой тело вращения, изготавливаемое из Стали 45. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность появления трещин резко уменьшается.

### Характеристика стали 45.

Марка	45
Заменитель	40X, 50, 50Г2
Классификация	Сталь конструкционная углеродистая качественная
Применение	вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность

### Химический состав в % стали 45

#### ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.42- 0.5	0.17-0.37	0.5-0.8	До 0,3	До 0,04	До 0,035	До 0,25	До 0,3	До 0,08

### Механические свойства при T=20 оС стали 45 .

Сортамент	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$
-	МПа	МПа	%
Трубы, ГОСТ 8731-87	588	323	14

где

$\sigma_B$  –Предел кратковременной прочности, [МПа]

$\sigma_T$  –Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

$\delta_5$ –Относительное удлинение при разрыве, [ % ]



### 3.Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

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

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:

$$t_b = \frac{F_r}{N_r}$$

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

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 4029$  ч.

Годовая программа изделий  $N = 20000$ шт.

Тогда

$$t_b = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{20000} = 12,1 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (2)$$

где  $T_{ш.к.i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции, мин.  
 $n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 14 операции ( $n=14$ ): 10 токарная операция и 1 отрезанная операция и 3 шлифовальная операция(см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i}, \quad (3)$$

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

$T_{0.i}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, мин.

Для токарных операций (токарных с ЧПУ):  $\varphi_{к.1} = 2,14$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения[1,стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца

начерно и начисто, точение поверхности начерно и начисто, (см. операционную карту):

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{01}=0.19D^2$$

где  $D$  – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$d$  – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

$$\text{Тогда } T_{01} = (0.19 * 73^2) * 10^{-3} = 1.01 \text{мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2.14 * 1.01 = 2.16 \text{мин}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{0.2} = 0.17dl + 0.18dl + 0,037 * (D^2 - d^2) + 0,037 * (D^2 - d^2)$$

$$\text{Тогда } T_{0.2} = \{0.17 * 72 * 25 + 0.18 * 62.2 * 8 + 0,037 * (68^2 - 62,2^2) + 0,037 * (68^2 - 62,2^2)\} * 10^{-3} = 0.45 \text{мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. :

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 * 0.45 = 0,96 \text{мин.}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$\begin{aligned} T_{0.3} &= 0,037 * (D^2 - d^2) + 0.18dl + 0.17dl + 0.1dl + 0,63 * (D^2 - d^2) \\ &= \{0,037 * (73^2 - 57^2) + 0.18 * (62.2 * 8 + 62 * 29) + 0.17 * (72 * 20 + 70 * 6) \\ &\quad + 0,63 * 2 * (68^2 - 62,2^2)\} * 10^{-3} = 1,758 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 2.14 \cdot 1,758 = 3,762 \text{мин.}$$

Основное технологическое время шлифовального операции (см. операционную карту):

$$\begin{aligned} T_{0.4} &= 1.8dl \\ &= 1.8 * 62 * 26 * 10^{-3} = 2.9 \text{мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{0.4} = 2.14 \cdot 2.9 = 6.206 \text{мин.}$$

Основное технологическое время шлифовального операции (см. операционную карту):

$$\begin{aligned} T_{0.5} &= 0,15dl \\ &= 0,15 * 70 * 4,25 * 10^{-3} = 0,044 \text{мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.5} = \varphi_{к.5} \cdot T_{0.5} = 2.1 \cdot 0,044 = 0,092 \text{мин.}$$

Основное технологическое время плоскошлифовального операции (см.

операционную карту):

$$T_{0.6} = 2,5l$$

$$= 2,5 \cdot 17,3 \cdot 10^{-3} = 0,043 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.6} = \varphi_{к.6} \cdot T_{0.6} = 2.1 \cdot 0,043 = 0,09 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{2,16 + 0,96 + 3,762 + 6,206 + 0,092 + 0,09}{12} = 1,11 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{12,1}{1,11} = 10,9$$

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций:

Тип производства	$K_{з.о.}$
Массовое	1
Серийное:	
крупносерийное	Св. 1 до 10
среднесерийное	Св. 10 до 20
мелкосерийное	Св. 20 до 40
Единичное	Св. 40

Так как  $K_{з.о} = 10,9$ , то типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций: среднесерийное

.Зависимость типа производства от объема выпуска (шт) и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единич.	мелкосер	среднесер.	крупносер.	масс.
< 1,0	< 10	10-2000	<b>1500-100 000</b>	75 000-200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50 000	50 000-100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

#### 4.Выбор исходной заготовки

Принимая во внимание технологические свойства материала детали (материал стали 45), его размеры и вес, требования к механическим свойствам (особых требований нет), а также тип продукции (среднего размера) Мы выбираем в качестве начальной заготовки , Рис.2.

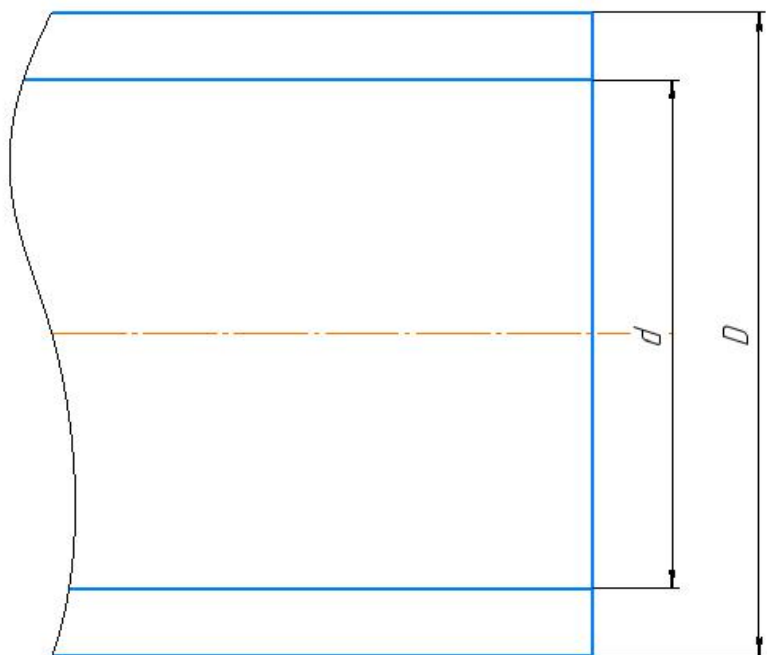


Рис. 2.Эскиз заготовки

## 5. РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИИ

### ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГОЛОВКИ

Инв. № подл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № докум.	Подп.	Дата	Лист
Взам. инв. №	Инв. № докум.	Подп. и дата	Подп. и дата						
				0	1	Заготовительная Отрезать заготовку выдержав размер $A_{01}$ , $D_{01}, D_{02}$	<p>Операционный эскиз</p>		

Копировал

Формат А4

	<p>1 Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдержав размер <math>A_{11}</math></p> <p>2 Точить поверхности 2, выдержав размеры <math>A_{12}^*</math>, <math>D_{11}</math></p> <p>3 Точить поверхности 3, выдержав размер <math>A_{13}^*</math>, <math>D_{12}</math></p> <p>* Размеры для справок</p>											
<p>Изм. № подл. Подп. и дата</p> <p>Взам. инв. № Инв. № одобр. Подп. и дата</p> <p>Изм. № подл. Подп. и дата</p>	<p>1 Токарная с ЧПУ подрезать торец выдержав размер <math>A_{21}</math></p> <p>2 Точить поверхности 2, выдержав размер <math>D_{21}(D_{21}=D_{11})</math></p> <p>3 Точить поверхности 3, выдержав размер <math>D_{22}, A_{22}</math>.</p> <p>4 Расточить поверхности 4, выдержав размер <math>D_{23}</math></p> <p>5 Расточить поверхности 5, выдержав размеры <math>D_{24}</math> и <math>A_{23}^*</math></p>											
Изм. № подл.	<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								
Копировал		Формат А4										

2		6	Точить канавку , выдержав размеры $A_{24}A_{25}D_{25}$					
		7	Точить канавку , выдержав размеры $A_{26}A_{27}$ и угол $30^\circ$					
		8	Снять фаску , выдержав размер $A_{28} \times 15^\circ$					
		3	1	Закалить, отпустить $HRC_3 60..63$				
		4	1	Внутришлифовальная Шлифовать поверхность 1 выдержав размер $D_{41}$				
								Лист
Инв. № подл.								3
Взам. инв. №								
Инв. № одобр.								
Подп. и дата								
Подп. и дата								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
				Копировал				Формат А4

<table border="1"> <tr><td>Инд. № подл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> <tr><td>Взам. инв. №</td></tr> <tr><td>Инд. № докл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> </table>	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	<table border="1"> <tr><td>Изм.</td></tr> <tr><td>Лист</td></tr> </table>	Изм.	Лист	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="448 969 480 1731">6</td> <td data-bbox="480 969 512 1731">1</td> <td data-bbox="512 969 807 1731"> Плоскошлифовальная  1.Шлифовать  поверхность 1  выдержав размер A61  2.Шлифовать  поверхность 2  выдержав размер A62 </td> </tr> </table>	6	1	Плоскошлифовальная 1.Шлифовать поверхность 1 выдержав размер A61 2.Шлифовать поверхность 2 выдержав размер A62	<div data-bbox="837 1064 1252 1624"> </div>
Инд. № подл.													
Подп. и дата													
Взам. инв. №													
Инд. № докл.													
Подп. и дата													
Изм.													
Лист													
6	1	Плоскошлифовальная 1.Шлифовать поверхность 1 выдержав размер A61 2.Шлифовать поверхность 2 выдержав размер A62											
<table border="1"> <tr><td>Инд. № подл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> <tr><td>Взам. инв. №</td></tr> <tr><td>Инд. № докл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> </table>	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	<table border="1"> <tr><td>Изм.</td></tr> <tr><td>Лист</td></tr> </table>	Изм.	Лист	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="448 226 480 925">5</td> <td data-bbox="480 226 512 925">1</td> <td data-bbox="512 226 807 925"> Круглошлифовальная  Шлифовать  поверхность 1  выдержав размер D51 A51  Снять канавку. </td> </tr> </table>	5	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность 1 выдержав размер D51 A51 Снять канавку.	<div data-bbox="941 291 1316 873"> </div>
Инд. № подл.													
Подп. и дата													
Взам. инв. №													
Инд. № докл.													
Подп. и дата													
Изм.													
Лист													
5	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность 1 выдержав размер D51 A51 Снять канавку.											
<table border="1"> <tr> <td>Инд. № подл.</td> <td>Подп. и дата</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> </table>		Инд. № подл.	Подп. и дата	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал _____	<table border="1"> <tr><td>Лист</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	Лист	4			
Инд. № подл.	Подп. и дата	№ докум.	Подп.	Дата									
Лист													
4													
		Формат А4											

**Рис.3. Технологический процесс**



## 5. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

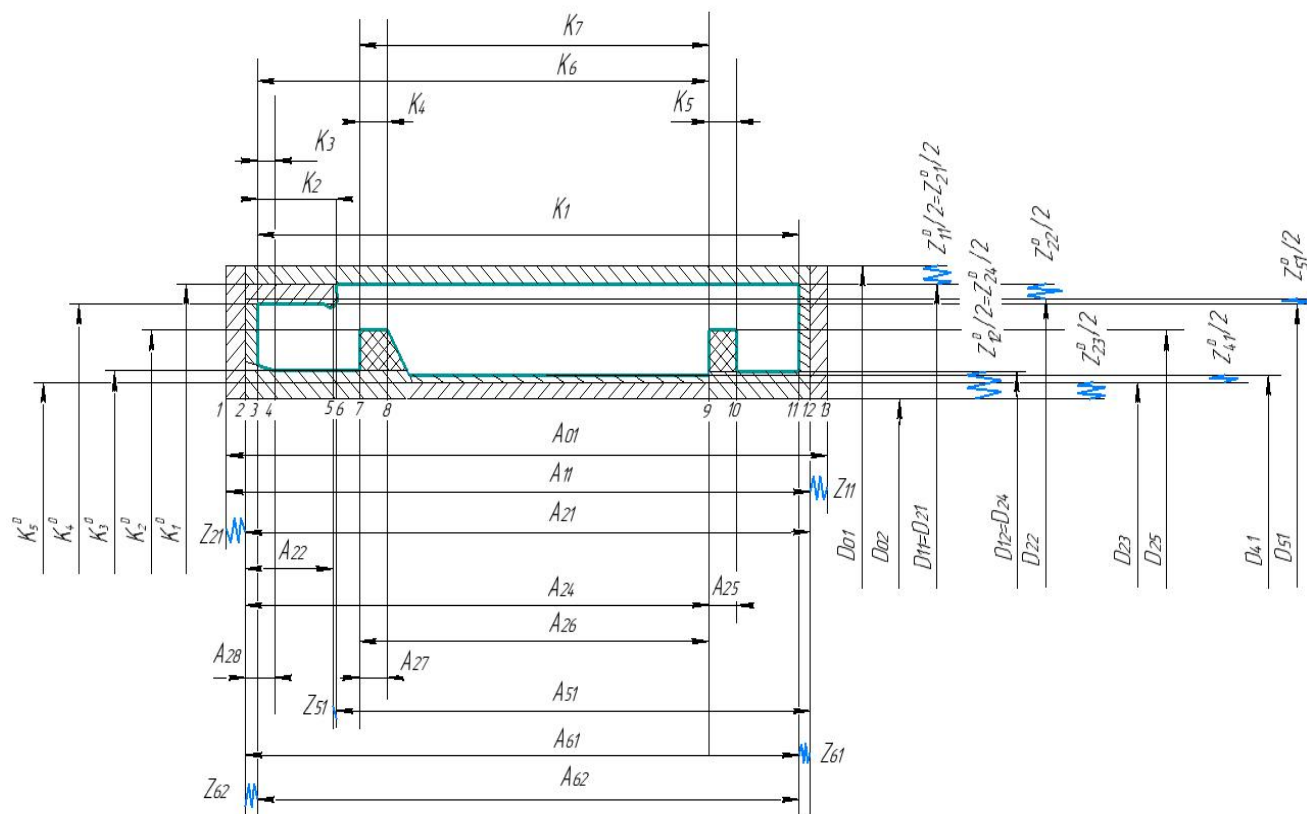


Рис.4. Размерная схема

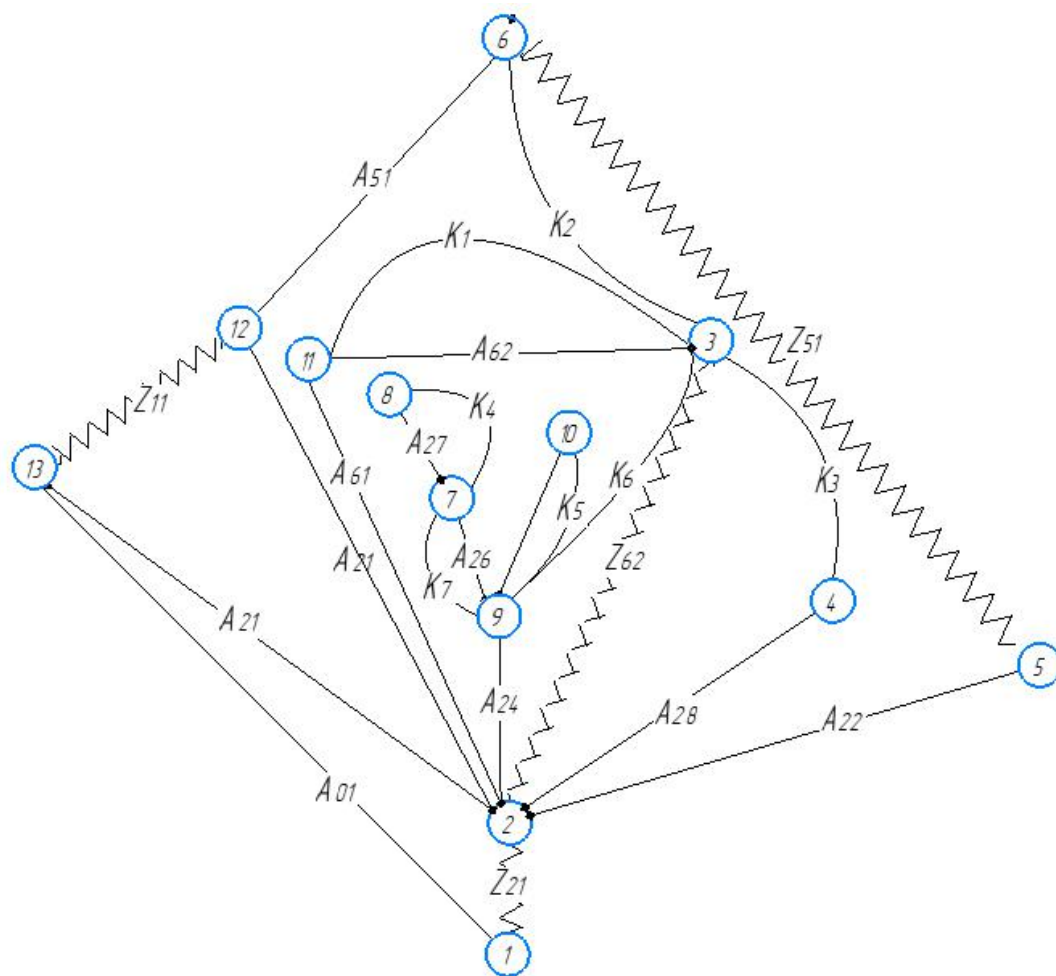


Рис.5. Граф технологических размерных цепей

## 6. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 6.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 45 \pm 0,05 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 6^{+0.1} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 2 \pm 0,37 = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 2.2^{+0.14} = 0,14 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 2.2^{+0.14} = 0,14 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 37_{-0,5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 29^{+0.5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{D1} = 72_{-0,3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{D2} = 68^{+0.3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{D3} = 62.2 \pm 0,37 = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_{D4} = 70_{-0,02} = 0,02 \text{ мм};$$

## 6.2 Допуски на технологические размеры

### 6.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i}$$

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

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

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

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0,1} = \omega_c = 0,9 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_3 = 0,3 + 0,02 + 0,1 = 0,42 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \varepsilon_3 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = TK_6 = 0,14 \text{ мм}$$

$$TA_{2,5} = TK_5 = 0,14 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6} = TK_7 = 0,5 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7} = TK_4 = 0,5 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = \omega_c = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1} = \omega_c = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{6,2} = TK_1 = 0,1 \text{ мм}$$

## 6.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными

$$TD_i = \omega_{ci},$$

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

Допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{0,1} = \omega_c = 1,46 \text{ мм}$$

$$TD_{1,1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1,2} = TK_{Д3} = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD_{2,2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{2,3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{2,4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{2,5} = TK_{Д2} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{4,1} = TK_{Д3} = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{5,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм}$$

## **7. Анализ припусков и расчет технологических размеров**

### **7.1 Расчёт припусков на осевые размеры**

Минимальный припуск на осевые размеры определяется по формуле:

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

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

$R_{Z_{i-1}}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мм;

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

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

$$Z_{11}^{\min} = R_{Z_{01}} + h_{01} + \rho_{01} = 0,15 + 0,1 + 0,03 = 0,28 \text{ мм};$$

$$Z_{21}^{\min} = 0,15 + 0,1 + 0,01 = 0,26 \text{ мм};$$

$$Z_{51}^{\min} = 0,01 + 0,025 + 0,006 = 0,04 \text{ мм};$$

$$Z_{61}^{\min} = 0,01 + 0,025 + 0,01 = 0,05 \text{ мм};$$

$$Z_{62}^{\min} = 0,15 + 0,1 + 0,01 = 0,26 \text{ мм};$$

## 7.2 Расчёт припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле:

$$Z_{i \min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

где  $\varepsilon_{yi}$  - погрешность установки на выполняемом переходе

$$Z_{Д11}^{\min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2(0,2 + 0,1 + \sqrt{0,2^2 + 0,37^2})$$

$$=1,44\text{мм};$$

$$Z_{Д12}^{min}=2(0,12+0,08+\sqrt{0,03^2 + 0,05^2})=0,52\text{мм};$$

$$Z_{Д23}^{min}=2(0,1+0,08+\sqrt{0,01^2 + 0,025^2})=0,44\text{мм};$$

$$Z_{Д22}^{min}=2(0,1+0,1+\sqrt{0,03^2 + 0,05^2})=0,52\text{мм};$$

$$Z_{Д51}^{min}=2(0,04+0,05+\sqrt{0,04^2 + 0,05^2})=0,3\text{мм};$$

$$Z_{Д41}^{min}=2(0,01+0,02+\sqrt{0,01^2 + 0,05^2})=0,16\text{мм};$$

### 7.3 Расчёт технологических размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

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

#### 6.3.1 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1$  (рис. 6.1).

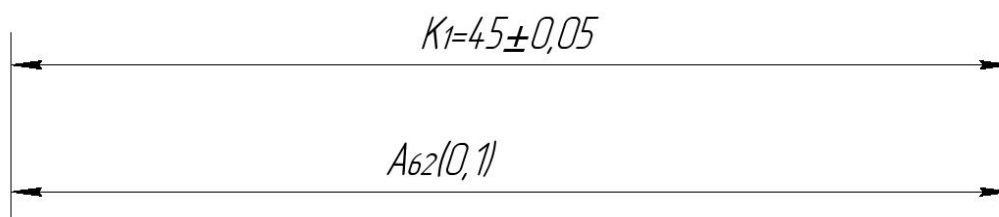


Рис. 6.1. Размерная цепь № 1

Для размера  $K_1$  (см. рисунок 5,1):  $TK_1 = 0,1 \geq 0,1 = TA_{6,2}$ , т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью.

2. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2$  (рис. 6.2).

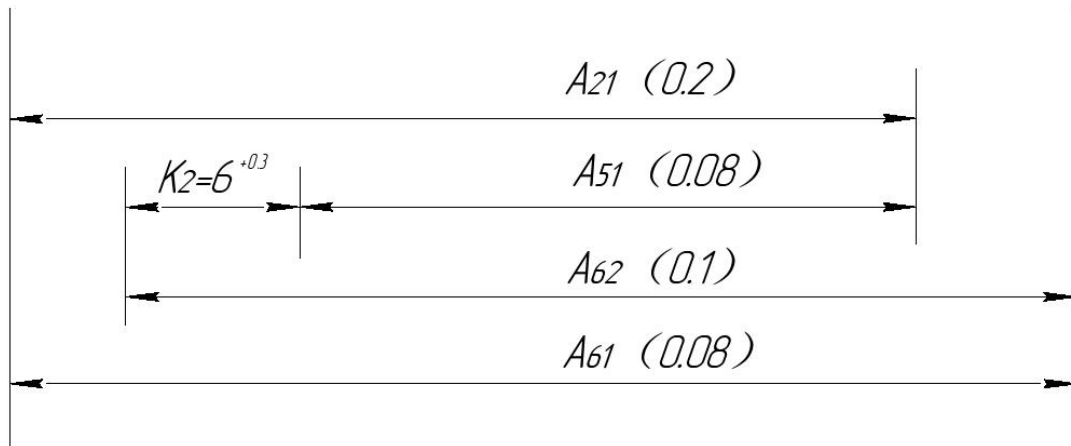


Рис. 6.2. Размерная цепь № 2

Для размера  $K_2$  (см. рисунок 5,2):  $TK_2 = 0,3 > 0,25 =$

$$= \sqrt{0,2^2 + 0,1^2 + 0,08^2 + 0,08^2}$$

$$= \sqrt{TA_{21}^2 + TA_{51}^2 + TA_{62}^2 + TA_{61}^2}$$

т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

3. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$  (рис. 6.3).

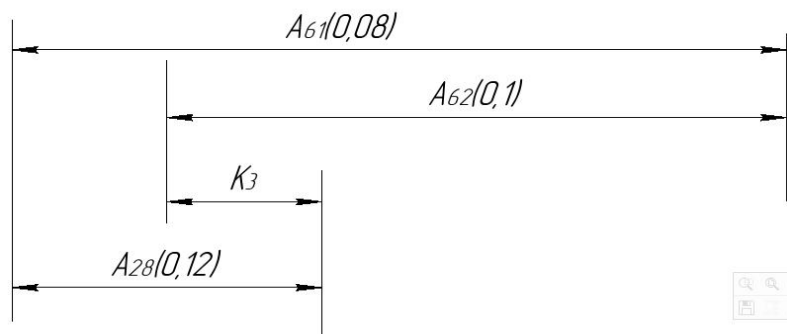


Рис. 6.3. Размерная цепь № 3



Для размера  $K_3$  (см. рисунок 5.3):  $TK_3 = 0,74 \geq 0,3 = 0,08 + 0,1 + 0,12 = TA_{61} + TA_{62} + TA_{28}$ , т. е. размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

4. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4$  (рис. 6.4).

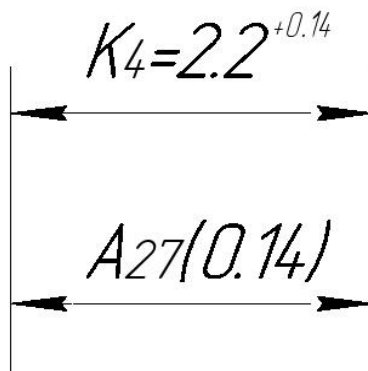


Рис. 6.4. Размерная цепь № 4

Для размера  $K_4$  (см. рисунок 6.4):  $TK_4 = 0,14 = TA_{27}$ , т. е. размер  $K_4$  может быть обеспечен с заданной точностью.

5. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5$  (рис. 6.5).

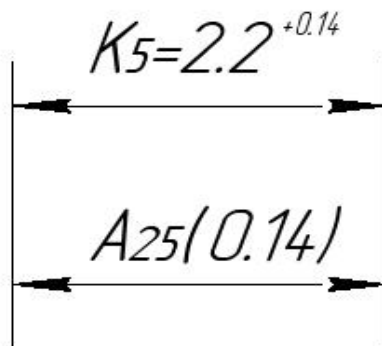


Рис. 6.5. Размерная цепь № 5

Для размера  $K_5$  (см. рисунок 6.5):  $TK_5 = 0,14 = 0,14 = TA_{25}$ , т. е.

размер  $K_5$  может быть обеспечен с заданной точностью.

6. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6$  (рис. 6.6).

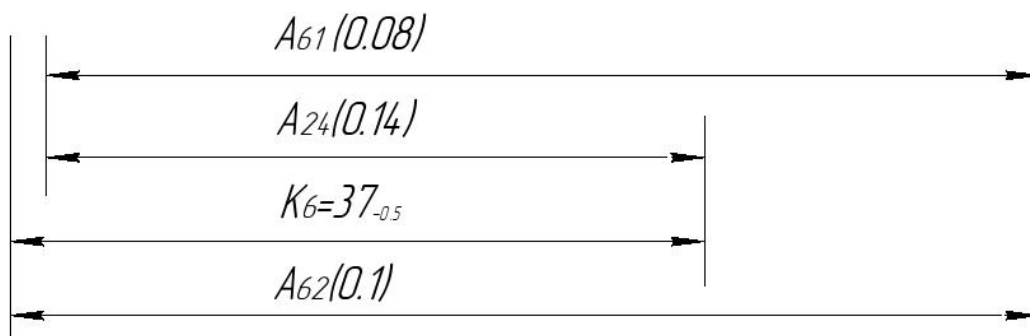


Рис. 6.6. Размерная цепь № 6

Для размера  $K_6$  (см. рисунок 5.6):  $TK_6 = 0,5 \geq 0,32 =$

$0,08 + 0,1 + 0,14 = TA_{61} + TA_{62} + TA_{24}$ , т. е. размер  $K_6$  может быть обеспечен с заданной точностью.

7. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_7$  (рис. 6.7).

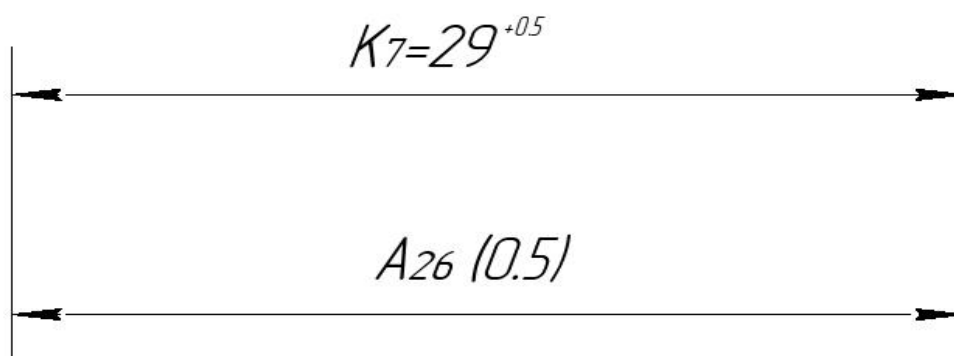


Рис. 6.7. Размерная цепь № 7

Для размера  $K_7$  (см. рисунок 6.7):  $TK_7 = 0,5 \geq 0,5 = TA_{26}$ , т. е. размер  $K_7$  может быть обеспечен с заданной точностью.

8. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{61}$  (рис. 6.8).

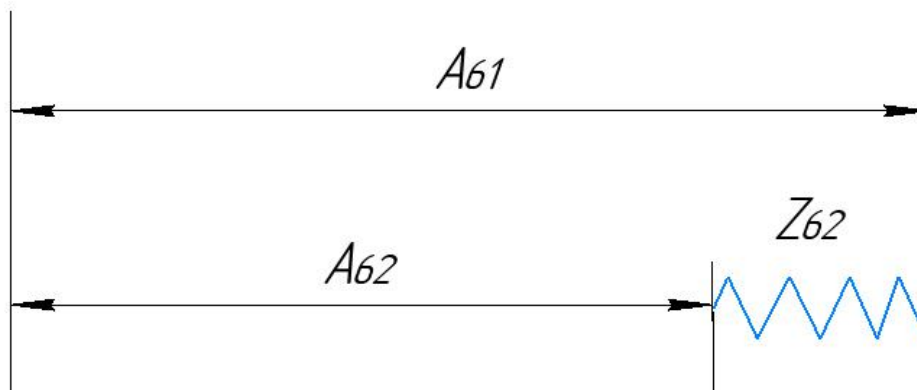


рис. 6.8. Размерная цепь № 8

$$Z_{62}^C = Z_{62}^{min} + \frac{TA_{62} + TA_{61}}{2} = 0,05 + \frac{0,1 + 0,08}{2} = 0,14 \text{ мм};$$

$$A_{61}^C = A_{62}^C + Z_{62}^C = 45 + 0,14 = 45,14 \text{ мм};$$

$$A_{61} = 45,14 \pm 0,04 = 45,18_{-0,08} \text{ мм};$$

9. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$  (рис. 6.3).

$$A_{28}^C = K_3^C + A_{61}^C - A_{62}^C = 2 + 45,14 - 45 = 2,14 \text{ мм};$$

$$A_{28} = 2,14 \pm 0,06 \text{ мм};$$

10. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{21}$  (рис. 6.9).

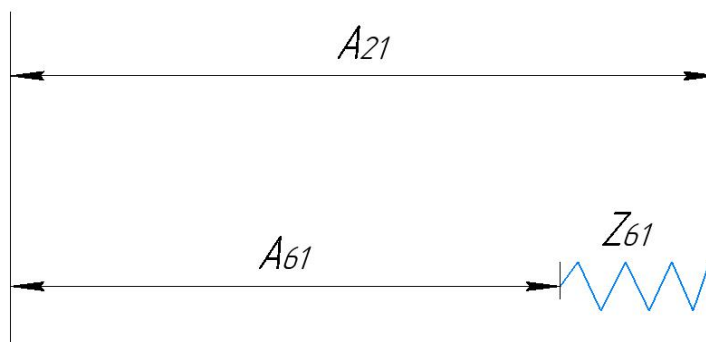


рис. 6.9. Размерная цепь № 9

$$Z_{61}^C = Z_{61}^{min} + \frac{TA_{21} + TA_{61}}{2} = 0,05 + \frac{0,4 + 0,08}{2} = 0,29 \text{ мм};$$

$$A_{21}^C = A_{61}^C + Z_{62}^C = 45,14 + 0,29 = 45,43 \text{ мм};$$

$$A_{21} = 45,43 \pm 0,2 = 45,63_{-0,4} \text{ мм};$$

11. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{51}$  (рис. 6.10).

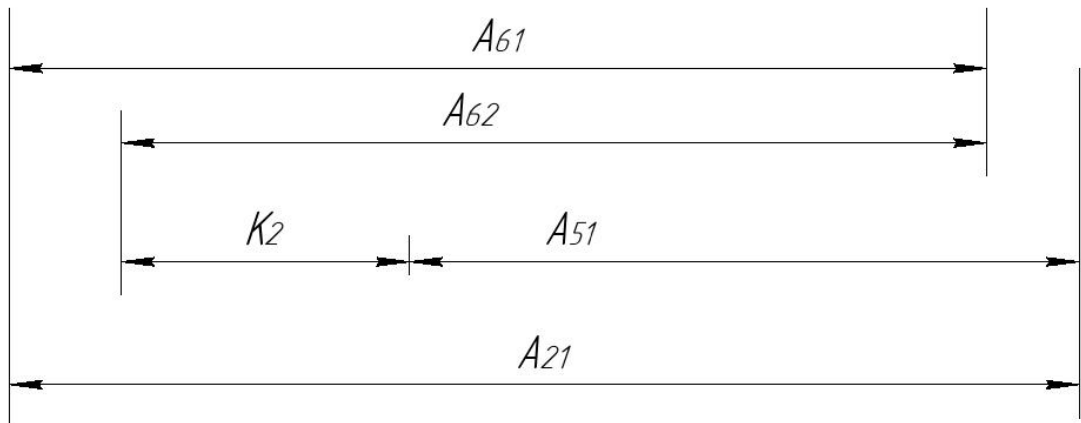


Рис. 6.10. Размерная цепь № 10

$$A_{51} = A_{21} + A_{62} - A_{61} - K_2 = 45,43_{-0,2}^{+0,2} + 45_{-0,05}^{+0,05} - 45,14_{-0,04}^{+0,04} - 6_{-0,39}^{+0,1} = 39,29_{-0,39}^{+0,29} \text{ мм};$$

12. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{11}$  (рис. 6.11).

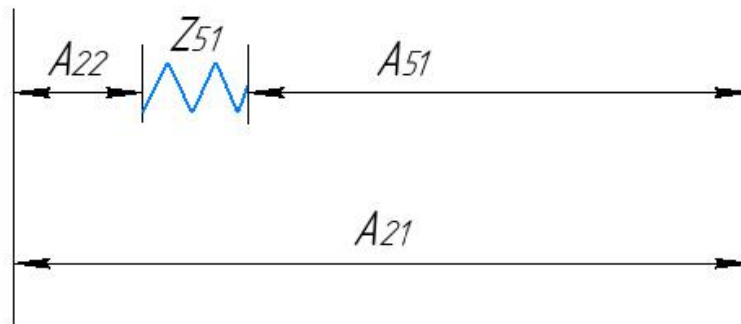


Рис. 6.11. Размерная цепь № 11

$$Z_{51}^C = Z_{51}^{min} + \frac{TA_{21} + TA_{51} + TA_{22}}{2} = 0,04 + \frac{0,4 + 0,08 + 0,12}{2} = 0,34 \text{ мм};$$

$$A_{22}^C = A_{21}^C - Z_{51}^C - A_{51}^C = 45,43 - 0,34 - 39,24 = 5,85 \text{ мм};$$

$$A_{22} = 5,58 \pm 0,06 \text{ мм};$$

13. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{11}$  (рис. 6.12).

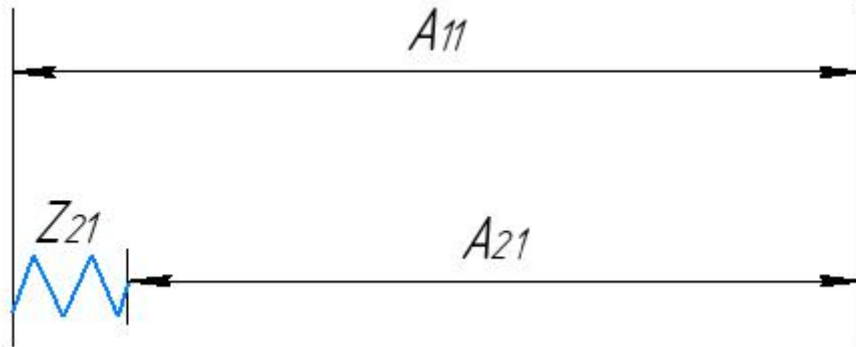


Рис. 6.12. Размерная цепь № 12

$$Z_{21}^C = Z_{21}^{min} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 0,26 + \frac{0,42 + 0,4}{2} = 0,67 \text{ мм};$$

$$A_{11}^C = A_{21}^C + Z_{21}^C = 45,43 + 0,67 = 46,1 \text{ мм};$$

$$A_{11} = 46,1 \pm 0,21 = 46,205_{-0,42} \text{ мм};$$

14. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{01}$  (рис. 6.13).

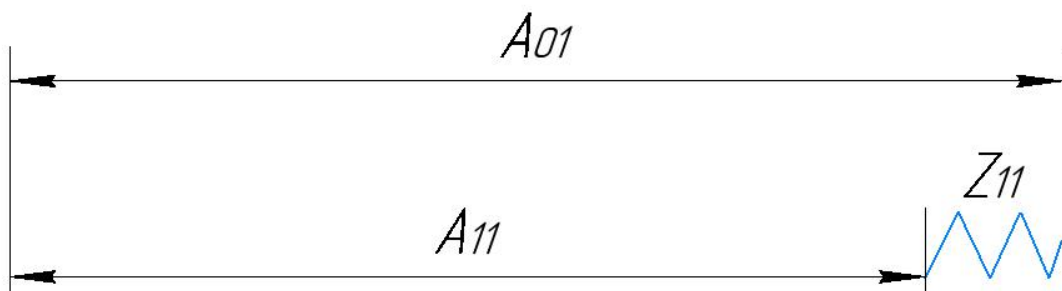


Рис. 6.13. Размерная цепь № 13

$$Z_{11}^C = Z_{11}^{min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2} = 0,28 + \frac{0,42 + 0,9}{2} = 0,94 \text{ мм};$$

$$A_{01}^C = A_{11}^C + Z_{11}^C = 46,1 + 0,94 = 47,04 \text{ мм};$$

$$A_{01} = 47,04 \pm 0,45 = 47,265_{-0,9} \text{ мм};$$

Выбираем технологический размер  $A_{01} = 48_{-0,9}\text{мм}$ ;

фактическое значение припуска  $Z_{11}$  будет

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 48_{-0,9} - 46,205_{-0,42} = 1,795_{-0,9}^{+0,42}\text{мм};$$

### 6.3.2 Расчёт технологических размеров на диаметральные размеры

1. Рассмотрим размерную цепь №14 (рис. 6.14).

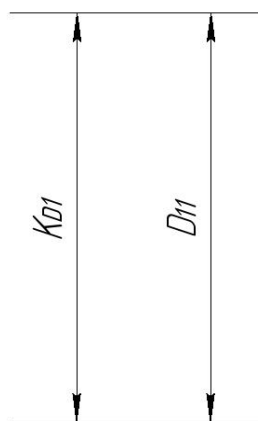


Рис. 6,14. Размерная цепь №14

$$D_{11} = K_{D1} = 72_{-0,3}\text{мм};$$

2. Рассмотрим размерную цепь №15 (рис. 6.15).

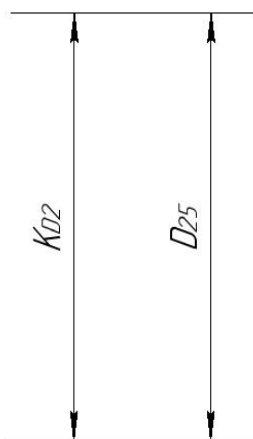


Рис. 6,15. Размерная цепь №15

$$D_{25}=K_{D2}=68^{+0,3}\text{мм};$$

3.Рассмотрим размерную цепь №16 (рис. 6.16).

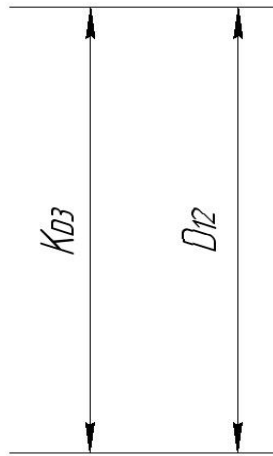


Рис. 6,16. Размерная цепь №16

$$D_{12}=K_{D3}=62,2\pm 0,37\text{мм};$$

4.Рассмотрим размерную цепь №17 (рис. 6.17).

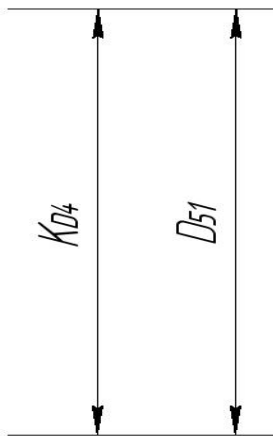


Рис. 6,17. Размерная цепь №17

$$D_{51}=K_{D4}=70_{-0,02}\text{мм};$$

5.Рассмотрим размерную цепь №18 (рис. 6.18).

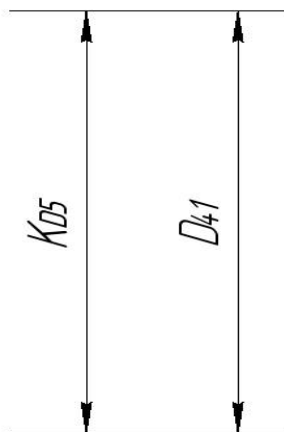


Рис. 6,18. Размерная цепь №18

$$D_{41} = K_{D5} = 62^{+0,009}_{-0,021}$$

6. Рассмотрим размерную цепь №19 (рис. 6.19).

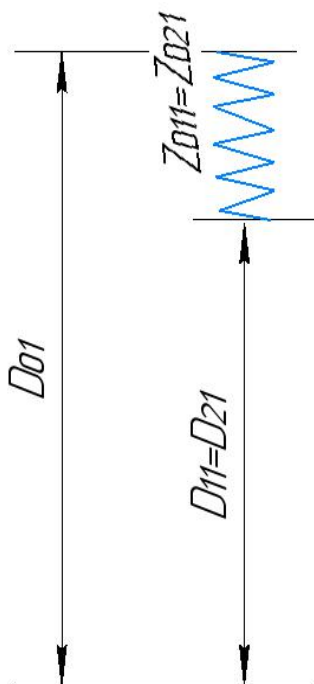


Рис. 6,19. Размерная цепь №19

$$Z_{D11}^C = Z_{D11}^{min} + \frac{T_{D11} + T_{D01}}{2} = 1,44 + \frac{0,2 + 1,46}{2} = 2,27 \text{ мм};$$

$$D_{01}^C = D_{11}^C + Z_{D11}^C = 71,85 + 2,27 = 74,12 \text{ мм};$$

$$D_{01} = 74,85_{-1,46} \text{ мм};$$



Выбираем трубу с наружным диаметром  $D_{01} = 76_{-1,46}$  мм;

фактическое значение припуска  $Z_{Д11}$  будет

$$Z_{Д11} = D_{01} - D_{11} = 76_{-1,46} - 72_{-0,3} = 4_{-1,46}^{+0,3} \text{ мм};$$

7. Рассмотрим размерную цепь №20 (рис. 6.20).

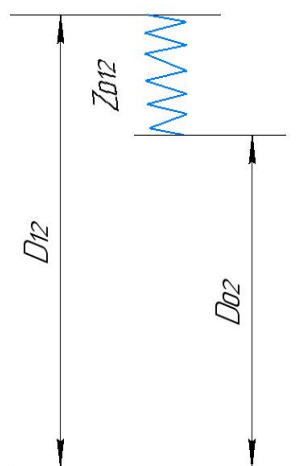


Рис. 6.20. Размерная цепь №20

$$Z_{Д12}^C = Z_{Д12}^{min} + \frac{T_{D12} + T_{D02}}{2} = 0,52 + \frac{0,74 + 1,46}{2} = 1,62 \text{ мм}$$

$$D_{02}^C = D_{12}^C - Z_{Д12}^C = 62,2 - 1,62 = 60,58 \text{ мм}; D_{02} = 60,21^{+0,74} \text{ мм};$$

Выбираем трубу с внутренним диаметром  $D_{02} = 60^{+0,74}$  мм;

фактическое значение припуска  $Z_{Д12}$  будет

$$Z_{Д12} = D_{12} - D_{02} = 62,2 \pm 0,37 - 60^{+0,74} = 2,2_{-1,11}^{+0,37} \text{ мм};$$

8. Рассмотрим размерную цепь №21 (рис. 6.21).

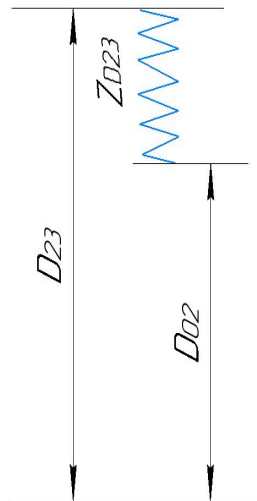


Рис. 6.21. Размерная цепь №21

$$Z_{D23}^C = Z_{D23}^{min} + \frac{T_{D23} + T_{D02}}{2} = 0,44 + \frac{0,12 + 1,46}{2} = 1,23 \text{ мм};$$

$$D_{23}^C = D_{02}^C + Z_{D23}^C = 60,37 + 1,23 = 61,6 \text{ мм}; \quad D_{23} = 61,54^{+0,12} \text{ мм};$$

9. Рассмотрим размерную цепь №22 (рис. 6.22).

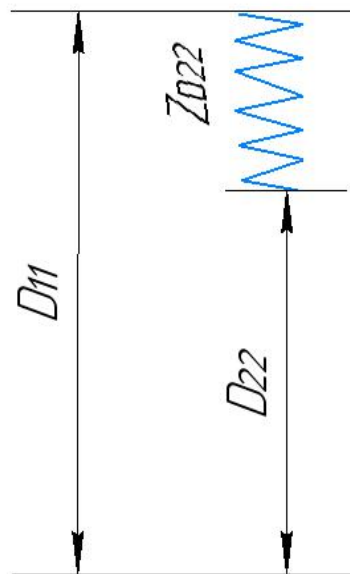


Рис. 6.22. Размерная цепь №22

$$Z_{D22}^C = Z_{D22}^{min} + \frac{T_{D22} + T_{D11}}{2} = 0,52 + \frac{0,12 + 0,2}{2} = 0,68 \text{ мм};$$

$$D_{22}^C = D_{11}^C - Z_{D22}^C = 71,58 - 0,68 = 70,9 \text{ мм}; \quad D_{22} = 70,96_{-0,12} \text{ мм};$$

10. Рассмотрим размерную цепь №23 (рис. 6.23).

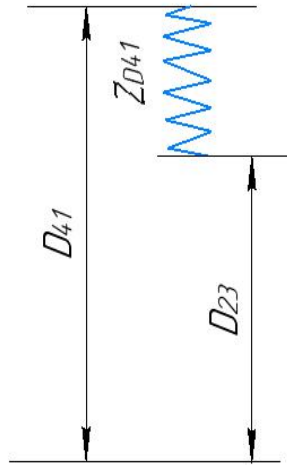


Рис. 6.23. Размерная цепь №23

$$Z_{D41} = D_{41} - D_{23} = 62_{-0,021}^{+0,009} - 61,54_{-0,12}^{+0,12} = 0,56_{-0,141}^{+0,009} \text{ мм};$$

11. Рассмотрим размерную цепь №24 (рис. 6.24).

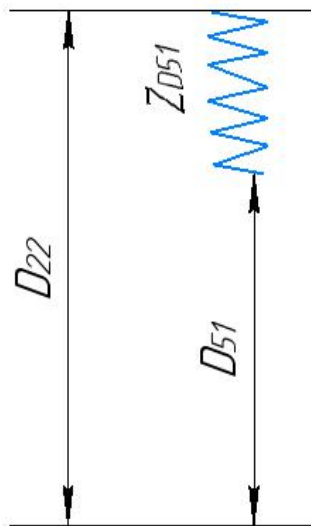


Рис. 6.24. Размерная цепь №24

$$Z_{D51} = D_{22} - D_{51} = 70,96_{-0,12} - 70_{-0,02} = 0,96_{-0,12}^{+0,02} \text{ мм};$$

## 8.Выбор оборудование

В технологическом процессе имеется две токарных операций , одна внутришлифовальная операция , одна круглошлифовальная операция, и одна плоскошлифовальная операция.

Для двух токарных операций выберем горизонтальный токарно-револьверный станок(Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline)

Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Технические характеристики:

Диаметр над станиной,мм	330
Диаметр патрона,мм	210
Проходной диаметр прутка,мм	51
Радиальное перемещение X,мм	160
Осевое перемещение Z,мм	450
Максимальный диаметр обработки,мм	200
Мощность главного привода (40/100% ED) ,кВт	16,5*/11*
Крутящий момент (40/100% ED) ,Нм	166,5*/112*
Число оборотов, об/мин	5000
Количество инструментов (приводных)**	12(6)**

Для внутришлифовального операций выберем внутришлифовальный станок(3К227А)

Технические характеристики:

Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки,мм	400
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки,мм	125
Диаметр шлифуемых отверстий,мм	20-150
Наибольшие диаметр и высота шлифовального круга,мм	80×50
Чистота вращения шпинделя,об/мин	18000
Мощность привода шлифовального круга ,кВт	4

Для круглошлифовальной операций выберем круглошлифовальный станок(ЗМ151Ф2)

Технические характеристики:

Наибольший размеры устанавливаемой заготовки,мм(Диаметр)	200
Наибольший размеры устанавливаемой заготовки,мм(Длина)	700
Наибольший диаметр шлифования отверстий,мм(Наружного)	20-180
Наибольшие длина шлифования,мм(Наружного)	650
Высота центров над столом,мм	125
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1590
Мощность привода шлифовального круга ,кВт	15,2

Для плоскошлифовальной операций выберем плоскошлифовальный станок(ЗД740В)

Технические характеристики:

Диаметр устанавливаемой заготовки,мм	40-400
Наибольший высота обрабатываемой заготовки,мм	160
Диаметр магнитного стола,мм	400
Наибольшее продольное перемещение стола,мм	400
Частота вращения шлифовального круга стола,об/мин	1670
Мощность привода главного движения ,кВт	11

## 9. Расчет режимов резания

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для двойной перехода токарно-револьверной операции , внутришлифовальной операции, круглошлифовальной операции, и плоскошлифовальной операции.

**Токарная с ЧПУ:**

**Переход 1: подрезка торца:**

Материал режущего инструмента – Т5К10\*.(\* Без охлаждения)

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

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

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^{m,sy}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с.363],

принимаем  $T=60$  мин;

Значение коэффициентов :  $C_v = 47; y=0,8; m=0,2$ ;

— определены по таблице 17 [4, с.367].

коэффициент  $K_v$ :  $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$

Где  $K_{MV}$  — коэффициент, учитывающий качество

обрабатываемого материала;

$K_{MV}$  — с, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ПV}$  — коэффициент, учитывающий качество материала

инструмента.

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [4, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{ИV} = 1,4$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{47}{40^{0,2} \cdot 0,2^{0,8}} \cdot 1,1 = 89,6 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 89,6}{3,14 \cdot 76} = 962 \text{ об/мин};$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значение коэффициентов :  $C_p = 408$ ;  $x=0,72$ ;  $y=0,8$ ;  $n=0$ ;

—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 23 [4,с,371].

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

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 1^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 89,6^0 \cdot 0,89 = 1376,96 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1376,96 \cdot 89,6}{1020 \cdot 60} = 2,02 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,02}{0,85} = 2,38 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$2,38 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

**Переход 2: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6\*.

1. Глубина резания:  $t = \frac{D_{01}^c - D_{11}^c}{2} = \frac{74,13 - 71,85}{2} = 1,14$  мм.

2. Подача:  $s = 0,8$  мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60$  мин [4, с.363],

принимая  $T = 60$  мин;

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

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3[4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5[4, с.361]:  $K_{PV} = 0,9$ .

По табл.6[4, с.361]:  $K_{IV} = 1,9$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,14^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 200,77 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 200,77}{3,14 \cdot 76} = 841 \text{ об/мин};$$

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  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\rho p}$



Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^1 = 1,1.$$

$$K_{\text{мр}} = 1,1; K_{\text{фр}} = 0,89; K_{\text{вр}} = 1,0; K_{\text{лр}} = 1,0; K_{\text{гр}} = 1,0;$$

$$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{гр}} = \left(\frac{850}{750}\right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,14^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 200,77^0 \cdot 1 = 2892,97 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2892,97 \cdot 200,77}{1020 \cdot 60} = 9,49 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{СТ}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,61}{0,85} = 11,16 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{СТ}} \leq N$$

$$11,16 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

**Переход 3: Расточение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания:  $t = \frac{D_{12}^c - D_{02}^c}{2} = \frac{62,2 - 60,37}{2} = 0,915 \text{ мм}.$

2. Подача  $s = 0,8 \text{ мм/об};$

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^{m_x} \cdot s^{y_x}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60 \text{ мин}$  [4, с.363],

принимая  $T=60$  мин;

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

– определены по таблице 17 [4,с,367].

По табл.3[4,с,360]:  $K_{MV} = 0,9.$

По табл.5[4,с,361]:  $K_{ПV} = 0,9.$

По табл.6[4,с,361]:  $K_{ИV} = 1,9$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,915^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 207,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 207,5}{3,14 \cdot 62,2} = 1062 \text{ об/мин};$$

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  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^1 = 1,1.$$

$$K_{\text{мп}} = 1,1; K_{\text{фр}} = 0,89; K_{\text{вр}} = 1,0; K_{\text{лр}} = 1,0; K_{\text{гр}} = 1,0;$$

$$K_p = K_{\text{мп}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{гр}} = \left(\frac{850}{750}\right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,915^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 207,5^0 \cdot 1 = 2321,98 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2321,98 \cdot 207,5}{1020 \cdot 60} = 7,87 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{СТ}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,87}{0,85} = 9,26 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{СТ}} \leq N$$

$$9,26 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

## Операции **2:Токарная с ЧПУ**

### Переход **1: подрезка торца:**

Материал режущего инструмента – Т5К10\*.

Глубина резания:  $t = Z_{21}^c = 0.67 \text{ мм}.$

2.Подачу S назначаем по таблице 14 [4,с,366].

$$s=0,6 \cdot 0,5=0,3 \text{ мм/об};$$

3.Скорость резания определяется по формуле:3.Скорость

резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^{m \cdot s_y}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [4, с.363],

принимая  $T=60$  мин;

Значение коэффициентов :  $C_v = 47; y=0,8; m=0,2;$

– определены по таблице 17 [4,с,367].

коэффициент  $K_v$ :  $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$

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

$K_{MV}$  –с, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

По табл.3[4,с,360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5[4,с,361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6[4,с,361]:  $K_{ИV} = 1,4$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{47}{40^{0,2} \cdot 0,2^{0,8}} \cdot 1,1 = 89,6 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 89,6}{3,14 \cdot 76} = 962 \text{ об/мин};$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значение коэффициентов :  $C_p = 408; x=0,72; y=0,8; n=0;$

—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 23 [4,с,371].

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

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 1,555^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 89,6^0 \cdot 0,89 = 1376,96 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1376,96 \cdot 89,6}{1020 \cdot 60} = 2,02 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,02}{0,85} = 2,38 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$2,38 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

**Переход 2: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{01}^c - D_{21}^c}{2} = \frac{74,13 - 71,85}{2} = 1,14 \text{ мм.}$$

2. Подача  $s = 0,8 \text{ мм/об}$ ;

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с.363],

принимая  $T=60$  мин;

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

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3[4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5[4, с.361]:  $K_{PIV} = 0,9$ .

По табл.6[4, с.361]:  $K_{IIV} = 1,9$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,14^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 200,77 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 200,77}{3,14 \cdot 62,2} = 1027 \text{ об/мин};$$

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  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические

условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{850}{750}\right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,14^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 207,5^0 \cdot 1 = 2892,97 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2892,97 \cdot 200,77}{1020 \cdot 60} = 9,49 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{9,49}{0,85} = 11,17 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$11,17 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

**Переход 3: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{22}^c - D_{21}^c}{2} = \frac{71,85 - 70,9}{2} = 0,475 \text{ мм}.$$

2. Подача  $s = 0,8$  мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60$  мин [4, с.363],

принимаем  $T = 60$  мин;

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

– определены по таблице 17 [4,с,367].

По табл.3[4,с,360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5[4,с,361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6[4,с,361]:  $K_{ИV} = 1,9$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,475^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 228,94 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 228,94}{3,14 \cdot 62,2} = 1172,2 \text{ об/мин};$$

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  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{фp} = 0,89; K_{yp} = 1,0; K_{lp} = 1,0; K_{gp} = 1,0;$$



$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{850}{750}\right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,475^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 228,94^0 \cdot 1 = 1205,4 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1205,4 \cdot 228,94}{1020 \cdot 60} = 4,51 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,51}{0,85} = 5,3 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$5,3 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

#### Переход 4: Рас точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{23}^c - D_{02}^c}{2} = \frac{61,6 - 60,37}{2} = 0,615 \text{ мм}.$$

2. Подача  $s = 0,8$  мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60$  мин [4, с.363],

принимаем  $T = 60$  мин;

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

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [4, с.361]:  $K_{PV} = 0,9$ .

По табл.6[4,с,361]: $K_{IV} = 1.9$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 1.9 = 1.5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0.2} \cdot 0.615^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 1.5 = 220,24 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 220,24}{3,14 \cdot 61} = 1149 \text{ об/мин};$$

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  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,0; K_{lp} = 1,0; K_{gp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp} = \left( \frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,615^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 220,24^0 \cdot 1 = 1560,68 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1560,68 \cdot 220,24}{1020 \cdot 60} = 5,62 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,62}{0,85} = 6,6 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$6,6 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Переход **5:Рас точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{24}^c - D_{02}^c}{2} = \frac{62,2 - 60,37}{2} = 0,915 \text{ мм.}$$

2. Подача  $s = 0,8 \text{ мм/об};$

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60 \text{ мин}$  [4, с.363],

принимаем  $T = 60 \text{ мин};$

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

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9.$

По табл.5 [4, с.361]:  $K_{PIV} = 0,9.$

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{IIV} = 1,9$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,915^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 207,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 207,5}{3,14 \cdot 62,2} = 1062 \text{ об/мин};$$

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]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$K_{mp} = 1,1$ ;  $K_{\varphi p} = 0,89$ ;  $K_{\gamma p} = 1,0$ ;  $K_{\lambda p} = 1,0$ ;  $K_{rp} = 1,0$ ;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left( \frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,915^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 207,5^0 \cdot 1 = 2322 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2322 \cdot 207,5}{1020 \cdot 60} = 7,87 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,87}{0,85} = 9,26 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$9,26 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Переход **5: точение канавки:**

Материал режущего инструмента – Т15К6\*;

$$1. \text{Глубина резания: } t = \frac{D_{25}^c - D_{24}^c}{2} = \frac{68,15 - 62,2}{2} = 2,975 \text{ мм},$$

Разделить на 3 рабочий ход  $t_1 = t_2 = t_3 = t/3 = 2,975/3 = 0,99 \text{ мм},$

2. Подача:  $s = 0,1 \text{ мм/об};$

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60 \text{ мин}$  [4, с.363],

принимая  $T = 60 \text{ мин};$

Значение коэффициентов :  $C_v = 250; x = 0,3; y = 0,15; m = 0,18;$

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9.$

По табл.5 [4, с.361]:  $K_{PIV} = 0,9.$

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{IIV} = 1,4$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{250}{60^{0,18} \cdot 0,99^{0,3} \cdot 0,1^{0,15}} \cdot 1,1 = 169,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 169,5}{3,14 \cdot 68} = 787 \text{ об/мин};$$

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:  $C_p = 204$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

коэффициент  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{фр} = 0,89; K_{γр} = 1,0; K_{λр} = 1,0; K_{гр} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр} = \left( \frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0,99^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 234,57^0 \cdot 1 = 1117,74 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1117,74 \cdot 169,5}{1020 \cdot 60} = 3,07 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,07}{0,85} = 3,61 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$3,61 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Переход **б: точение канавки:**

Материал режущего инструмента – Т15К6\*;

1. Глубина резания:  $t = \frac{D_{25}^c - D_{24}^c}{2} = \frac{68,15 - 62,2}{2} = 2,975 \text{ мм},$

Разделить на 3 рабочий ход  $t_1 = t_2 = t_3 = t/3 = 2,975/3 = 0,99 \text{ мм},$

2. Подача:  $s = 0,1 \text{ мм/об};$

3. Скорость резания определяется по формуле:  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60 \text{ мин}$  [4, с.363],

принимается  $T = 60 \text{ мин};$

Значение коэффициентов :  $C_v = 250; x = 0,3; y = 0,15; m = 0,18;$

– определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{MV} = 0,9.$

По табл.5 [4, с.361]:  $K_{PV} = 0,9.$

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{IV} = 1,4$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{250}{60^{0,18} \cdot 0,99^{0,3} \cdot 0,2^{0,15}} \cdot 1,1 = 169,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 169,5}{3,14 \cdot 68} = 787 \text{ об/мин};$$

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:  $C_p = 204$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

коэффициент  $K_p$ :  $K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$K_{mp} = 1,1$ ;  $K_{фр} = 0,89$ ;  $K_{γр} = 1,0$ ;  $K_{λр} = 1,0$ ;  $K_{гр} = 1,0$ ;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр} = \left( \frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0,99^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 234,57^0 \cdot 1 = 1117,74 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1117,74 \cdot 169,5}{1020 \cdot 60} = 3,07 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,07}{0,85} = 3,61 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$3,61 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Переход **7: точение фаски**  $A_{28}$ :



Материал режущего инструмента –Т15К6.

Глубина резания:  $t = A_{28}^C = 2,14\text{мм}$ ;

Подача:  $s = 0,1\text{мм/об}$ ;

Скорость резания равен предыдущий переход:  $v = 169,5\text{м/мин}$ ;

Частота вращения равен предыдущий переход:  $n = 787\text{ об/мин}$ ;

#### Операции4: Внутришлифовальная

**Переход 1.** Шлифовать поверхность диаметром 62k7 мм,  
длинной 25 мм.

1. Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину,  
поперечную подачу выбираем в соответствии с табл.130[4, с.439] :

$$V_3 = 30\text{м/мин};$$

$$V_K = 30\text{м/с};$$

$$t=0,01\text{мм};$$

$$s = 1\text{м/мин}$$

$$s(\text{мм/об}) = s(\text{м/мин}) \times \frac{\pi d}{1000 \cdot V_3} = 1 \times \frac{\pi \cdot 62}{1000 \cdot 30} = 0,007\text{мм/об}$$

Где  $V_3$  –скорость заготовки м/мин;

$V_K$  –скорость круга м/с;

$t$ –глубина шлифования мм;

$s$ –продольная подача м/мин;

2. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из

табл.131[4, с.441]

$$C_N = 0,27; r = 0,5; x = 0,4; y = 0,4; q = 0,3;$$

$$N = 0,27 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 0,007^{0,4} \cdot 62^{0,3} = 0,11 \text{ кВт}$$

3. Мощность станка:

$$N_{СТ} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{0,11}{0,85} = 0,95 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{СТ} \leq N$$

$$0,13 \text{ кВт} < 4 \text{ кВт}$$

**Операции 5: Круглошлифовальная;**

**П е р е х о д 1 .** Шлифовать поверхность диаметром 70 мм,  
длинной 6 мм

1. Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину,  
поперечную подачу выбираем в соответствии с табл 130 :

$$V_3 = 20 \text{ м/мин};$$

$$V_K = 35 \text{ м/с};$$

$$t = 0,05 \text{ мм};$$

$$s = 0,5 \text{ м/мин}$$

$$s(\text{мм/об}) = s(\text{м/мин}) \times \frac{\pi d}{1000 \cdot V_3} = 0,5 \times \frac{\pi \cdot 70}{1000 \cdot 20} = 0,0055 \text{ мм/об}$$

2. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из табл.131[4, с.441]

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0;$$

$$N = 2,2 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 0,0055^{0,55} \cdot 1 = 0,36 \text{ кВт}$$

3. Мощность станка:

$$N_{СТ} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{0,36}{0,85} = 0,43 \text{ кВт}$$

4. Проверка по мощности:

$$N_{СТ} \leq N$$

$$0,43 \text{ кВт} < 15,2 \text{ кВт}$$

**Операции 6: Плоскошлифовальная;**

**Переход 1**

1. Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину, поперечную подачу выбираем в соответствии с табл 130 :

$$V_3 = 10 \text{ м/мин};$$

$$t = 0,015 \text{ мм};$$

$$s = 1 \text{ мм/ход};$$

2. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r t^x b^z$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из табл.131[4, с.441]

$$C_N = 3,61; r = 0,5; x = 0,5; z = 0,6;$$

$$N = 3,61 \cdot 10^{0,5} \cdot 0,015^{0,5} \cdot 9,8^{0,6} 5,5 \text{ кВт}$$

3. Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{5,5}{0,85} = 6,47 \text{ кВт}$$

4. Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$6,47 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### 10. Расчет времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле

$$[5, \text{с.611}]: T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

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

$S$  – подача на оборот шпинделя, мм/об;

расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

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

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм;

Основное время для внутришлифовальной и наружной шлифовании

$$\text{операций определяем по формуле [5, с.616]: } T_o = \frac{L \cdot i \cdot K}{S_B \cdot V_K \cdot n_D}, \quad i = \frac{a}{S_{2x}}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$a$  – припуск на обработку на сторону, мм;

$K$  – коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании, ( $K = 1,2 \dots 1,5$ );

$S_B$  – продольная или поперечная подача на двойной ход изделия в долях ширины шлифовального круга;

$B_K$  – ширина шлифовального круга, мм;

$n_d$  – частота вращения изделия, об/мин (на шлифовальных станках);

$S_{2x}$  – подача на двойной ход стола или круговая подача на двойной ход долбяка, мм/дв.ход;

Основное время для плоскошлифовальной операций определяем по формуле [5, с.616]:  $T_o = \frac{L \cdot K}{n \cdot S_o \cdot Q}$ ,  $L = a = H - H_1$

Где  $S_o$  – подача на оборот шпинделя, мм/об;

$Q$  – число одновременно обрабатываемых деталей;

$H(H_1)$  – ширина исходной шлифуемой поверхности, мм;

**Для первой токарной операции:**

переход 1 – подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7,5 + 14 + 2) \cdot 1}{962 \cdot 0,2} = 0,122 \text{ мин};$$

переход 2 – точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + 5 + 1) \cdot 2}{841 \cdot 0,8} = 0,092 \text{ мин};$$

переход 3—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 15 + 3) \cdot 3}{1062 \cdot 0,8} = 0,093 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,122 + 0,092 + 0,093 = 0,307 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{3,0} = 0,22 \text{ мин};$$

$$T_{уп} = 0,18 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 1,5 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y,c} + T_{3,0} + T_{уп} + T_{изм} = 0,22 + 0,18 + 1,5 = 1,9 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,307 + 1,9 = 2,207 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,207 = 0,33 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o} = 0,307 + 1,9 + 0,33 = 2,537 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,537 + \frac{10}{20000} \approx 2,538 \text{ мин};$$

**Для второй токарной операции:**

переход 1— подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7,5 + 14 + 2) \cdot 1}{962 \cdot 0,2} = 0,122 \text{ мин};$$

переход 2—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + 5 + 1) \cdot 2}{841 \cdot 0,8} = 0,092 \text{ мин};$$

переход 3—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(6 + 7 + 2) \cdot 2}{1172 \cdot 0,8} = 0,032 \text{ мин};$$

переход 4—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(29 + 7 + 2) \cdot 1}{1149 \cdot 0,8} = 0,041 \text{ мин};$$

переход 5—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + 7 + 2) \cdot 3}{1062 \cdot 0,8} = 0,075 \text{ мин};$$

переход 6—точить канавку:

Для точение канавки определяем по формуле [5,с.611]:

$$T_o = \left( \frac{L_{\text{поп}}}{nS_{\text{поп}}} + \frac{L_{\text{пр}}}{nS_{\text{пр}}} \right) \cdot i$$

Где  $L_{\text{поп}}$  —расчетная длина поперечного рабочего хода инструмента,мм;

$S_{\text{поп}}$  —поперечная подача на оборот детали, мм/об.

$L_{\text{пр}}$  —расчетная длина продольного рабочего хода инструмента,мм;

$S_{\text{пр}}$ спродольная подача на оборот детали, мм/об.

$$T_o = \left( \frac{L_{\text{поп}}}{nS_{\text{поп}}} + \frac{L_{\text{пр}}}{nS_{\text{пр}}} \right) \cdot i = \left( \frac{2,2}{787 \times 0,1} + \frac{4}{787 \times 0,1} \right) = 0,079 \text{ мин};$$

переход б—точить канавку:

$$T_o = \left( \frac{L_{\text{поп}}}{nS_{\text{поп}}} + \frac{L_{\text{пр}}}{nS_{\text{пр}}} \right) \cdot i = \left( \frac{2,2}{787 \times 0,1} + \frac{4}{787 \times 0,1} \right) = 0,079 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,122 + 0,092 + 0,032 + 0,041 + 0,075 + 0,079 + 0,079 \\ = 0,52 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{3,0} = 0,22 \text{ мин};$$

$$T_{\text{уп}} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{\text{изм}} = 1,1 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{y,c} + T_{3,0} + T_{\text{уп}} + T_{\text{изм}} = 0,22 + 0,16 + 1,1 = 1,48 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,52 + 1,48 = 2,0 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o,o} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,0 = 0,3 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{o,o} = 0,52 + 1,48 + 0,3 = 2,3 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 2,3 + \frac{10}{20000} \approx 2,3 \text{ мин};$$

Для **внутришлифовальной операции:**



переход 1—шлифовать поверхности:

$$T_o = \frac{L \cdot i \cdot K}{S_B \cdot B_K \cdot n_D} = \frac{27 \cdot 1,2}{0,05 \cdot 50 \cdot 30} = 0,43 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,43 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{z,o} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{yп} = 0,1 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 0,9 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y,c} + T_{z,o} + T_{yп} + T_{изм} = 0,16 + 0,1 + 0,9 = 1,16 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,432 + 1,16 = 1,58 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o,o} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,58 = 0,24 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o,o} = 0,43 + 1,16 + 0,24 = 1,83 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1,83 + \frac{10}{20000} \approx 1,83 \text{ мин};$$

**Для круглошлифовальной операции:**

переход 1—шлифовать поверхности:

$$T_o = \frac{L \cdot i \cdot K}{S_B \cdot B_K \cdot n_D} = \frac{6 \cdot 1,2}{0,05 \cdot 50 \cdot 20} = 0,144 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,144 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{z,o} = 0,18 \text{ мин};$$

$$T_{yп} = 0,14 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 0,9 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y,c} + T_{z,o} + T_{yп} + T_{изм} = 0,18 + 0,14 + 0,9 = 1,22 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,144 + 1,22 = 1,364 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,364 = 0,2 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o} = 0,144 + 1,22 + 0,2 = 1,564 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1,564 + \frac{10}{20000} \approx 1,565 \text{ мин};$$

Для плоскошлифовальной операции:

переход 1—шлифовать поверхности:

$$T_o = \frac{L \cdot K}{n \cdot S_o \cdot Q} = \frac{4,9 \times 1,2}{30 \cdot 0,1 \cdot 10} = 0,196 \text{ мин};$$

переход 2—шлифовать поверхности:

$$T_o = \frac{L \cdot K}{n \cdot S_o \cdot Q} = \frac{4 \times 1,2}{30 \cdot 0,1 \cdot 10} = 0,16 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,196 + 0,16 = 0,356 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{у,с} + T_{з,о} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{уп} = 0,12 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 0,6 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у,с} + T_{з,о} + T_{уп} + T_{изм} = 0,16 + 0,12 + 0,6 = 0,88 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,356 + 0,88 = 1,245 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,245 = 0,19 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о} = 0,356 + 0,88 + 0,19 = 1,426 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1,426 + \frac{10}{20000} \approx 1,427 \text{ мин};$$

## **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 15.001-74.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

*таблице 1.*

<b>Раздел</b>	<b>Содержание раздела</b>
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «втулка» на круглошлифовальном станке(3М151Ф2)
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.

<p>Технические(тактико-технические) требования</p>	<p>Тип производства –серийный</p> <p>Программа выпуска - 20000 шт. в год.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 3М151Ф2.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка(раздел–конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная, схема сборки специального приспособления.</p>

## **11.2.Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления**

С помощью решений и технологий, а также исходных данных, предусмотренных условиями ведения, мы имеем в виду конструкции устройства. Цель этого раздела - эффективный, экономически эффективная конструкция и монтажная конструкция создана.

До и во время разработки концепции устройства, которое должно быть определено в поверхности заготовки перед сборкой на процесс машина находится в неподвижном состоянии. Наша концепция изображена в положении для зажима заготовки с усилием зажима средств (рис. 1).

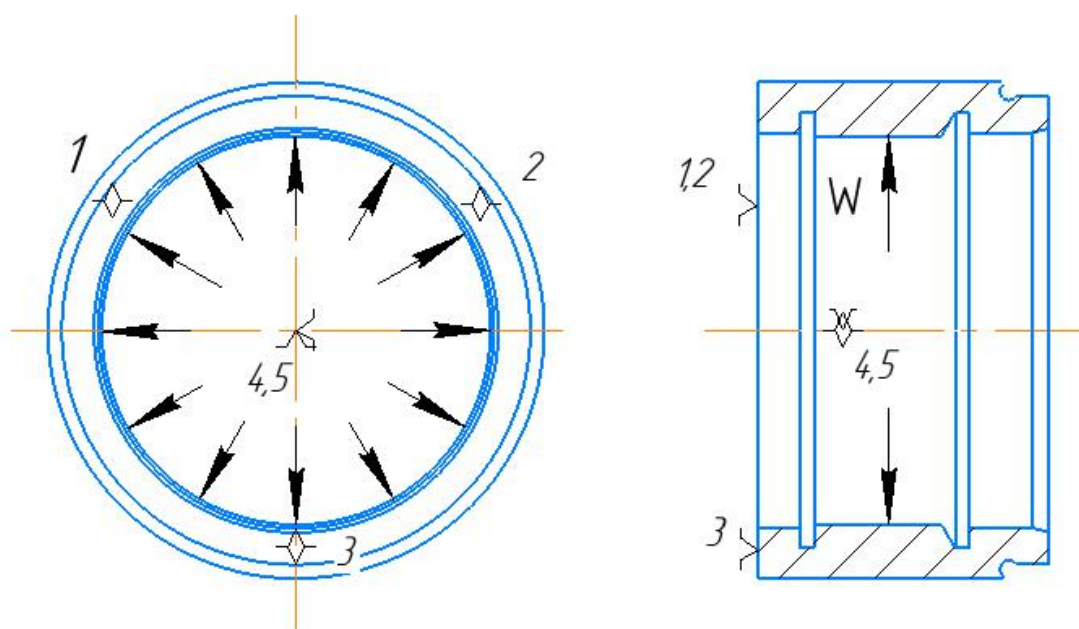


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении

### 11.3. описание конструкции и работы приспособления

Устройство используется для точной установки и надежного крепления заготовки «Втулка» при ее механической обработке на круглошлифовальном станке.

Компоновка приспособления приведена на рис.2.Сборочный чертеж

приспособления приведен на формате А3.

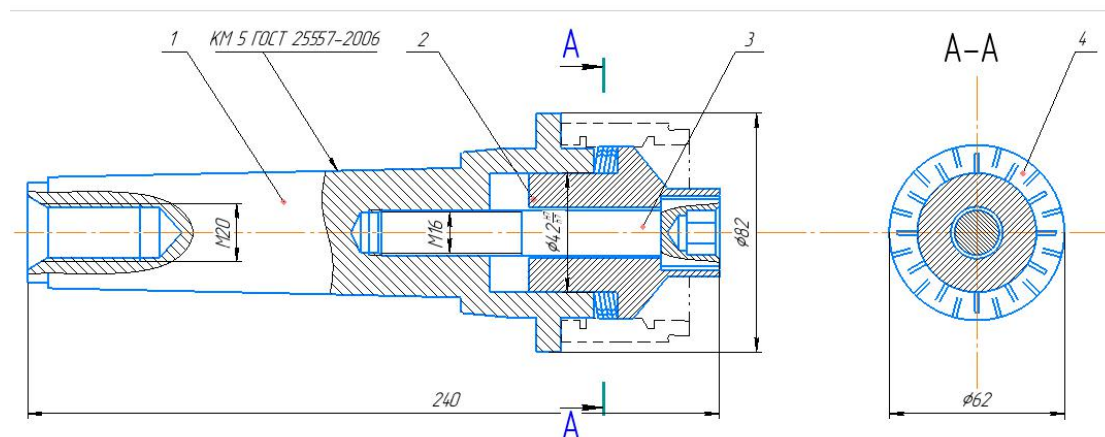


Рис. 2.Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

#### 11.4. выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров

В качестве привода зажимного устройства используется пневматический цилиндр двойного действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых сил и скоростей рабочих элементов, экономии, надежности и долговечности, безопасности и скорости при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и для определенных условий эксплуатации.

Рассматривая тарельчатую пружину с прорезями как совокупность двухзвенных рычажно-шарнирных механизмов двустороннего действия, требуемую осевую силу, с достаточной для практики точностью, можно определять из зависимости:

$$W = 0,75 \frac{1}{\operatorname{tg}\beta_1} Q;$$

$$Q = 1,33 \operatorname{tg}\beta_1 W;$$

Так как

$$WfR = KM_{\text{рез}};$$

То

$$W = \frac{KM_{\text{рез}}}{fR};$$

Окончательно

$$Q = 1,33K \operatorname{tg}\beta_1 \frac{M_{\text{рез}}}{fR} = 1,33 \times 2 \times \operatorname{tg}8^\circ \times \frac{360}{0,16 \times 3,11} = 270,46 \text{ кгс};$$

$$W = 0,75 \frac{1}{\operatorname{tg}\beta_1} Q = 0,75 \times \frac{1}{\operatorname{tg}8^\circ} \times 270,46 = 1443,32 \text{ кгс};$$

Где  $W$  – радиальная сила зажима;

$Q$  – осевая сила;

$M_{\text{рез}}$  – крутящий момент силы резания;

$R$  – радиус заготовки;

$f$  – коэффициент трения между пружинами и заготовкой;

$K$  – коэффициент запаса;

$\beta_1$  – угол наклона тарелки в рабочем состоянии;

$$(\beta_1 = \beta_{\text{табл}} - 2^\circ)$$

Поэтому принимаем диаметр цилиндра  $D=40\text{мм}$ , диаметр штока  $d=14\text{мм}$ .

#### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА



## **«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Целью данного раздела 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.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
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.

## **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.

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

$$C_{Mo i} = \omega_i \cdot C_{mi} \cdot (1 + k_{тз}),$$

где  $\omega_i$  – норма расхода материала  $i$ -го вида на изделие (деталь);

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

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

По данным сайта <http://www.metaeks.ru/pokovka/> стоимость листового горячекатаного проката из стали 45 составляет 65000 руб./т. Цена за один килограмм составит  $C_{m1} = 65$  руб, норма расхода материала на изделие  $\omega_1 = 0.62$  кг. Производим расчет:

$$C_{Mo1} = \omega_1 \cdot C_{m1} \cdot (1 + k_{тз}) = 0.62 \cdot 65 \cdot (1 + 0,06) = 42,72 \text{ руб};$$

Т.к. для расчета используется единственный материал, то

$$C_{Mo} = C_{Mo1} = 42,72 \text{ руб};$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы:

$$C_{Mв} = C_{Mo} \cdot 0,02 = 42,72 \cdot 0,02 = 0,85 \text{ руб};$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mв} = 42,72 + 0,85 = 43,57 \text{ руб};$$

### **3. Расчет затрат по статье**

#### **«Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»**

Сюда включаются затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке на данном предприятии для получения готовой продукции или необходимые для ее укомплектования. Т.к. в технологии изготовления используется листовой горячекатаный прокат, то расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» не производится.

#### **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:

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

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

$Ц_{от}$  – цена отходов, по данным сайта <http://www.f-vm.ru/pricest> стоимость лома из стали 45 составляет 52,8 руб./кг ;

$V_{чр}$  – масса заготовки равна 0,62 кг;

$V_{чст}$  – чистая масса детали равна 0,37 кг;

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

Производим расчет:

$$C_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} = (0,62 - 0,37) \cdot (1 - 0,02) \cdot 52,8 \\ = 12,94 \text{ руб.}$$

## 5. Расчет затрат по статье

### «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции. 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:

$$C_{озпi} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

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

$K_0=6$  – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции;

$k_{пр}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

1-я операция (заготовительная): рабочий 3-го разряда;

2-я операция (токарная): рабочий 5-го разряда;

3-я операция (токарная): рабочий 5-го разряда;

4-я операция (внутришлифовальная): рабочий 4-го разряда;

5-я операция (круглошлифовальная): рабочий 4-го разряда;

6-я операция (плоскошлифовальная): рабочий 4-го разряда;

Часовые тарифные ставки:

ЧТС рабочего 3-го разряда = 97,56 руб./ч;

ЧТС рабочего 4-го разряда = 124,44 руб./ч;

ЧТС рабочего 5-го разряда = 158,7 руб./ч;

$$C_{\text{озп1}} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_1^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_3 \cdot k_{\text{пр}} = \frac{31,84}{60} \cdot 97,56 \cdot 1,4 = 72,48 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{15,24}{60} \cdot 158,7 \cdot 1,4 = 56,44 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{26,75}{60} \cdot 158,7 \cdot 1,4 = 51,11 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{10,98}{60} \cdot 124,44 \cdot 1,4 = 40,66 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп5}} = \frac{9,4}{60} \cdot 124,44 \cdot 1,4 = 27,29 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп6}} = \frac{8,58}{60} \cdot 124,44 \cdot 1,4 = 24,91 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum C_{\text{озпи}} = 272,89 \text{ руб./шт}$$

## 6. Расчет затрат по статье

### «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает 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:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}}$$

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 272,89 \cdot 0,1 = 27,3 \text{ руб.}$$

## **7. Расчет затрат по статье**

### **«Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»**

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}}) / 100,$$

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

$C_{\text{дзп}}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{с.н}}$  – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_{\text{н}} = \frac{(272,89 + 27,3) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 92,16 \text{ руб.}$$

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

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

## **9. Расчет затрат по статье**

### **«Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»**

Данная статья 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.

**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  $j$ -го типа 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:

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где  $T_{\text{ти}}$  – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1;$$

Таблица 1 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб.
Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline	6370000

внутришлифовальный станок(3К227А)	580000
круглошлифовальный станок(3М151Ф2)	176000
плоскошлифовальный станок(3Д740В)	200000

Таблица 2 – Стоимость оснастки

Оснастка	Балансовая стоимость, руб.
Консольная оправка с тарельчатыми пружинами	7800

Для оснастки примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33;$$

Амортизация оборудования:

$$A_{\text{год}} = (6370000 + 580000 + 176000 + 200000) \cdot 0,1 + (7800) \cdot 0,33 = 735174 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования:

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

где  $N_{\text{в}}$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;  $P$  – количество операций в технологическом процессе;  $t_i^{\text{шт.к}}$  – 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.

$$l_{кр} = \frac{20000 \cdot \frac{2,54 + 2,4 + 1,83 + 1,57 + 1,43}{60}}{4029 + 3904 \cdot 3} = 0,205$$

Если  $l_{кр} \leq 0,6$ , то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки)  $C_a = (A_{г}/N_{в}) * (l_{кр}/\eta_{з.н.})$ ,

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для среднесерийного – 0,8).

$$C_a = \frac{735174}{20000} \cdot \frac{0,205}{0,8} = 9,42 \text{ руб.}$$

**Элемент «b»** (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 зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (272,89 + 27,3 + 92,16) \cdot 0,4 = 156,94 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 9,42 \cdot 0,2 = 1,88 \text{ руб.}$$

▪ затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

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

где  $\text{Ц}_{\text{э}}$  – тариф на эл.энергию ден. ед. / кВт.ч. (на май 2018 – 5,9 руб./ 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 принять равным 0,6–0,7).

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^P W_i \cdot t_i^{\text{маш}} &= 0,08 \times 4,62 + 0,14 \times 4,92 + 0,11 \times 3,92 + 0,13 \\ &\times 2,8 + 0,3 \times 5,23 + 0,05 \times 0,80 + 0,04 \times 2 + 0,44 \\ &\times 4,28 + 0,16 \times 2,3 + 0,01 \times 2,96 + 0,01 \times 1,5 + 0,13 \\ &\times 1,65 + 0,11 \times 3,2 + 0,12 \times 1,76 + 0,02 \times 1,67 \\ &= 6,6495 \end{aligned}$$

Тогда

$$C_{\text{эл.п}} = 5,9 \cdot 1,05 \cdot 6,6495 \cdot 0,65 = 26,78 \text{ руб}$$

**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.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 272,89 \cdot 1,0 = 272,89 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и}i}$  – период стойкости инструмента, мин.;

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента;

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

Наименование инструмента	Время работы (t), мин	Стойкость (T), мин	Цена, руб.	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез} \cdot m}{T_{ст.и} \cdot n}$
Резец проходной отогнутый ВК6 16 × 10 × 100 мм	0,46	60	610	0,56
Резец расточной отогнутый ВК6 16 × 10 × 100 мм	0,64	60	640	0,57
Резец отрезной 16 × 12 Т15К6	0,05	14	320	0,25
Круг Кз 400 × 32 × 127 ПП 64С40СМ (поперечная подача)	0,44	30	784	1,9
Шлифовальный круг 200х40х76 14А16С1К1А30 ГОСТ 2424-83	0,15	30	480	0,57
Головка шлифовальная цилиндрическая АW 8х20 24А25Н СМ1КА30 1кл. ГОСТ 2447-82	0,08	25	200	0,65

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (0,56 + 0,57 + 0,25 + 1,9 + 0,57 + 0,65) = 6,03 \text{руб.}$$

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

Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми

изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{оп}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{оп} = C_{озп} \cdot K_{оп} = 272,89 \cdot 0,8 = 218,31 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения  $k_{оп}$  в зависимости от типа производства: единичное – 0,8.

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

В этой 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. Эти 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  $k_{ох}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{ох} = 0,5$ , т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 272,89 \cdot 0,5 = 136,45 \text{ руб.}$$

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

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, 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 не рассчитываются.



### **15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»**

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0,01 = (42,72 - 12,94 + 43,57 + 27,3 + 92,16 + 9,4 + 156,94 + 26,78 + 172,89 + 6,03 + 218,31 + 136,45) \cdot 0,01 = 6,45 \text{ руб.}$$

### **16. Расчет прибыли**

Прибыль следует принять в размере 5 ÷ 20 % от полной себестоимости проекта.

$$\begin{aligned} \Pi &= \sum C_i \cdot 0,2 = (42,72 - 12,94 + 43,57 + 27,3 + 92,16 + 9,4 \\ &+ 156,94 + 26,78 + 172,89 + 6,03 + 218,31 + 136,45 + 6,45) \cdot 0,2 \\ &= 121 \text{ руб;} \end{aligned}$$

$$C_{\text{полн.}} = 605 \text{ руб.}$$

### **17. Расчет НДС**

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

$$\text{НДС} = C_{\text{полн.}} \cdot 0,18 = 605 \cdot 0,18 = 108,9 \text{ руб.}$$

### **18. Цена изделия**

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн.}} + \text{П} + \text{НДС} = 605 + 121 + 108.9 = 834.9 \text{ руб.}$$

Таблица Стоимость изготовления детали

№	Статьи расходов	Расход на единицу, Руб.
1	Затраты на основные материалы	43,57
2	Возвратные отходы	12,94
3	Основная заработная плата производственных рабочих	172,89
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	27,3
5	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные Фонды	92,16
6	Расходы по содержанию и эксплуатации машины оборудования	473,94
7	Общехозяйственные расходы	218,31
8	Общехозяйственные расходы	136,45
9	Расходы на реализацию	6,45
10	Прибыли	121
11	НДС	108.9
12	Цена изделия	834.9

Вывод: в ходе расчетов себестоимости продукции, была определена

конечная стоимость детали типа «Втулка». Учитывая среднерыночную стоимость изделия типа «Втулка» - 850 р, можно сделать вывод, что расчет экономической части произведен корректно.

## **ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

### **Описание рабочего места**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

### **1. Анализ выявленных вредных факторов**

## **проектируемой производственной среды**

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

### **1.1. Метеоусловия**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты

рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

## 1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Необходимо выделить озон. Во время работы копировальной техники выделяется большое количество озона. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы.

В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина ПДК = 0,1 мг/м<sup>3</sup>, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

### **1.3. Производственный шум**

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

#### СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

#### СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.
- 

## **1.4 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

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

производительности труда.

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

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 9$  м, ширина  $B = 7$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где  $A$  – длина, м;

$B$  – ширина, м.

$$S = 9 \times 7 = 63 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор  $\rho_c = 40\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{п} = 70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_z = 1,2$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен  $\Phi_{лд} = 3000$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.



Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda = 1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{7}{2,4} = 2,92 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{9}{2,4} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

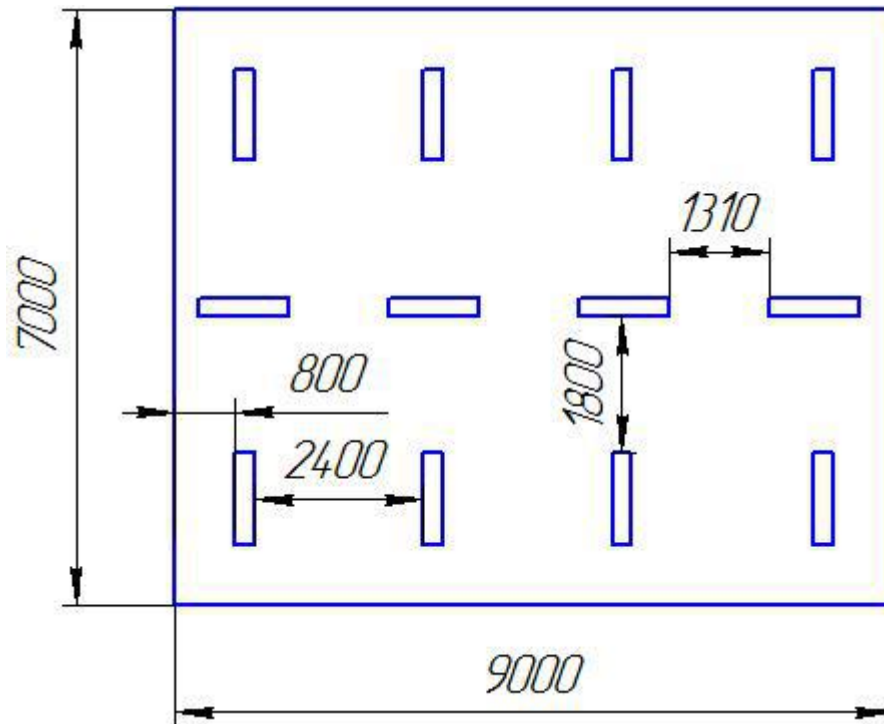


Рисунок 1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{9 \cdot 7}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{П}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 40\%$  и индексе помещения  $i = 1,97$  равен  $\eta = 0,65$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 3198 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$  , необходимый световой поток

## 1.5 Электромагнитные поля

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным

рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

### **Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:**

#### **СКЗ**

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

#### **СИЗ**

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

## **2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

### **2.1 Факторы электрической природы**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги,

электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

### **Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках**

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

## **2.2 Факторы пожарной и взрывной природы**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $B_n$ ,  $\Gamma_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при

взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов

пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).



## План эвакуации из помещения

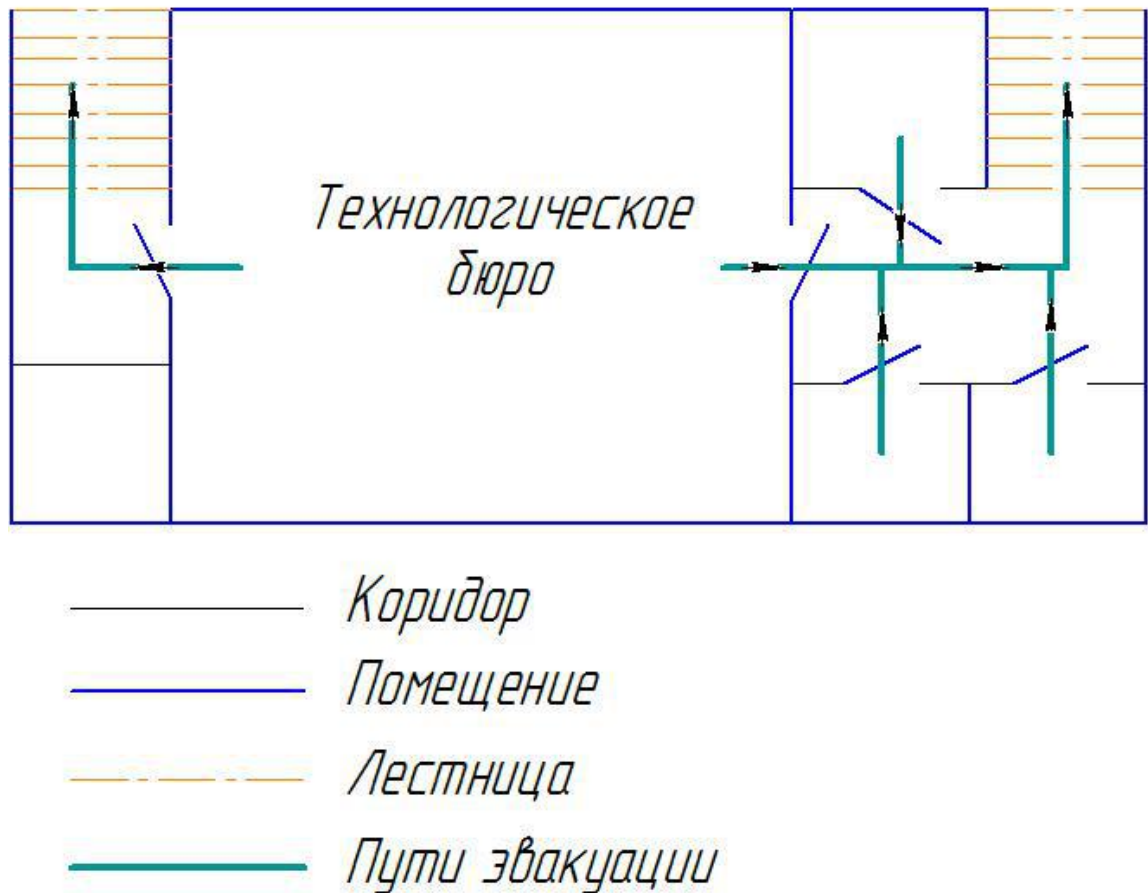


Рис 2. План эвакуации.

### 3. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она

обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

#### **4. Защита в ЧС**

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

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

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

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

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

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии, предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях. Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### **5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному

освещению жилых и общественных зданий.

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

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

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

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

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

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

13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

## Список литературы

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. **Справочник технолога машиностроителя** .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.-машиностроение, 1985, –496 с.,илл.
3. Скворцов В.Ф. **Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей**. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. **Обработка металлов резанием** Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004. – 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983. – 277 с.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.– 238 с.
8. Станочные приспособления: Справочник/В 1-х томах Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984. – 588 с.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
10. Каталог режущих инструментов Sandvik Coromant.2007.