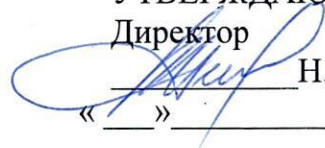


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Нижнетагильский технологический институт (филиал)  
**Нижнетагильский машиностроительный техникум**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

 Н.Н. Белых

«    »    20    г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ ПМ 03  
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В  
МЕХАНОСБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ СПО  
15.02.16 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.16 Технология машиностроения, утвержденного приказом Министерства просвещения от 14 июня 2022 года № 444 укрупненной группы подготовки 15.00.00 Машиностроение

Организация разработчик: ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России В.Н. Ельцина»  
Нижнетагильский технологический институт (филиал)  
Нижнетагильский машиностроительный техникум

Разработчик: Гусева Елена Игоревна, преподаватель высшей  
квалификационной категории

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании цикловой комиссии  
машиностроения и технологии материалов  
протокол № 1 от 16.02.26

Председатель ЦК  И.В.Семухина

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Учебно-методического Совета НТИ (филиала) УрФУ

Протокол № 2

«19» 03 2024 г.

Председатель УМС  М.В. Миронова

Согласовано:  
Начальник УО



О.Н. Дейнес

Методист



Е.Ю. Зарубина

## Содержание

Введение	4
1 Организация выполнения курсового проекта	
1.1 Этапы выполнения курсового проекта	5
1.2 Примерный план курсового проекта	5
1.3 Рекомендации по содержанию разделов пояснительной записки	6
2 Требования к оформлению пояснительной записки	9
2.1 Основные положения	
2.2 Изложение текста	
2.3 Вопросы нумерации	
2.4 Формулы и единицы величин	
2.5 Иллюстрации	
2.6 Таблицы	
2.7 Список литературы	
2.8 Приложения	
3. Организация защиты курсового проекта	
3.1 Подготовка к защите курсового проекта	19
3.2 Защита курсового проекта	20
4. Критерии оценки курсового проекта	
4.1 Критерии оценки выполнения курсового проекта	20
4.2 Критерии оценки защиты курсового проекта.	21
5. Пример выполнения расчетов по конструированию станочного приспособления	22
Рекомендуемая литература	32
Приложения Сборочный чертёж приспособления	
Спецификация	



### Введение

Курсовой проект – это исследовательская работа, проводимая на заключительном этапе изучения дисциплины «Технологическая оснастка» с целью:

– формирования элементов **профессиональных и общих** компетенций обучающихся:

ПК 3.1.	Разрабатывать технологический процесс сборки изделий с применением конструкторской и технологической документации;
ПК 3.3.	Разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования;

ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на русском и иностранном языках;

– систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений мдк 03.02. «Проектирование технологической оснастки»

– углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;

– формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;

– формирования умений использовать справочную, нормативную и правовую документацию;



- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности решении вопросов производственно-технического характера;

- подготовки к итоговой государственной аттестации.

Курсовой проект выполняется по исходным данным, *выданным преподавателем.*

# 1 Организация выполнения курсового проекта

## 1.1 Этапы выполнения курсового проекта

Подготовка и защита курсового проекта состоят из следующих этапов:

1. Подбор и ознакомление с литературой по заданной теме.
2. Составление плана курсового проекта и согласование его с руководителем.
3. Изучение отобранной литературы, ГОСТов и действующей практики расчёта и конструирования приспособлений.
4. Сбор и обработка фактического материала в сочетании с литературными источниками.
5. Расчёт погрешности базирования, силовой расчёт приспособления, расчёт стоимости эксплуатации приспособления.
6. Написание пояснительной записки объёмом 12...18 страниц и графической части в объёме одного, двух листов формата А-1, выполненной в соответствии с требованиями ЕСКД.
7. Написание тезисов доклада для защиты курсового проекта.
8. Защита курсового проекта.

## 1.2 Примерный план курсового проекта

### Введение

1. Описание технологической операции
2. Описание принципа работы приспособления
3. Расчёт погрешности базирования
4. Расчёт усилия закрепления заготовки
  - 4.1 Табличное определение режимов резания
  - 4.2 Расчёт составляющих сил резания
  - 4.3 Определение коэффициента надёжности закрепления
  - 4.4 Расчёт усилия зажатия заготовки
5. Расчёт диаметра пневматического цилиндра привода приспособления
6. Расчёт стоимости эксплуатации приспособления
7. Разработка схемы сборки приспособления

### Заключение

Список использованной литературы

Приложения

Графическая часть должна содержать:

- сборочный чертёж приспособления;
- спецификацию к сборочному чертежу;
- схема сборки приспособления.

### **1.3 Рекомендации по содержанию разделов пояснительной записки**

#### **Введение**

Во «Введении» необходимо дать краткую аннотацию выполненного курсового проекта, т.е. указать тему проекта, отразить ее актуальность для современного машиностроительного производства, указать преимущества спроектированного приспособления. Кроме этого можно отразить общие вопросы значения технологической оснастки в повышении производительности труда, точности изготовления деталей, эффективности использования станков и т.д. Общий объем «ВВЕДЕНИЯ» не более одного листа.

#### **Краткое описание технологической операции**

В этом подразделе пояснительной записки необходимо указать:

- название операции;
- модель станка, на котором выполняется операция и на котором должно быть установлено проектируемое приспособление;
- содержание операции;
- применяемый режущий инструмент.

Затем выполняется операционный эскиз.

#### **Назначение, устройство и принцип работы приспособления**

В данном подразделе следует указать для какой операции предназначено приспособление, на каком станке и как будет установлено.

Необходимо описать базирование заготовки, назвать установочные элементы приспособления, указывая номера позиций по сборочному чертежу.

Далее указать тип зажимного механизма и объяснить каким образом осуществляется зажим и открепление заготовки.



Обратить внимание на направляющие элементы для режущего инструмента и делительные устройства.

Необходимо отметить тип корпуса приспособления, способ его крепления и центрирования на станке.

В этом подразделе следует постоянно ссылаться на номера позиций по сборочному чертежу приспособления, например: «...установочными элементами являются: две опорные пластины позиция 2, палец цилиндрический позиция 6 и палец ромбический позиция 7. Зажим заготовки осуществляется двумя передвижными прихватами позиция 9, при помощи гидроцилиндров позиция 10.»

### **Расчет погрешности базирования**

Расчет погрешности базирования необходимо начинать с указания причин возникновения погрешности, выполнить схему, затем выполнить расчет по соответствующим формулам и сделать вывод о возможности применения выбранной схемы базирования.

### **Расчёт режимов резания**

В этом разделе по общемашиностроительным нормативам режимов резания для технического нормирования работ необходимо определить глубину резания, подачу, скорость резания, мощность, затрачиваемую на резание в соответствии с принятым оборудованием, типом и геометрией режущего инструмента, заполнить операционную карту механической обработки ГОСТ 3.1404–86 ф3;3а.

### **Расчёт составляющих сил резания**

Для определения усилия зажима заготовки необходимо знать действующие на заготовку силы и моменты резания, которые рассчитываются по формулам теории резания. В зависимости от принятого вида обработки выполняется схема резания с изображением сил резания, приводится расчёт сил с пояснением всех формул и их значений.

### **Расчёт коэффициента надёжности закрепления**

Приводится формула расчёта  $K_{н.з.}$ , расшифровываются все её значения, определяются их цифровые величины, для принятых условий обработки.

## **Расчёт усилия, необходимого для надёжного закрепления заготовки**

Для вывода формулы зажима заготовки, прежде всего, выполняется схематическое изображение заготовки, где указываются действующие на неё силы зажима.

Для расчёта сил зажима необходимо выбирать переходы с максимальными силами и моментами резания.

## **Расчёт зажимного механизма**

Рассчитать зажимной механизм, это значит определить его параметры, например: для винтового зажима—диаметр резьбы, для пневмо- или гидроцилиндра—диаметр поршня и штока, давление масла и т.д. Для этого нужно выбрать для расчёта соответствующую формулу. После определения численного значения по формуле размер зажимного механизма сопоставляется со стандартным значением и принимается, как правило, ближайшее большее значение.

## **Расчёт стоимости эксплуатации приспособления**

Результатом этого расчёта является определение стоимости обработки одной детали в проектируемом приспособлении

## **Разработка схемы сборки приспособления**

В данном разделе графически изображается последовательность сборки станочного приспособления, разработанного в ходе выполнения курсового проекта.

## **Список использованной литературы**

В конце пояснительной записки приводится «Список использованной литературы». В этот список включаются все источники, которыми пользовался студент при выполнении курсового проекта.

## **2 Требования к оформлению разделов пояснительной записки**

### **2.1 Основные положения**

Текст должен быть выполнен любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297) мм через полтора интервала черным цветом, кегль 14 TimesNewRoman, величина абзацного отступа 15 мм. (12,5 мм)



Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3,4 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 интервала.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры. Полужирный шрифт и подчеркивание не применяются.

Написание текста должно быть чётким, качественным. Описки и графические неточности, обнаруженные в тексте, могут быть исправлены после аккуратной подчистки или закрашиванием белой краской. Наклейки не допускаются.

Перечень и правила допускаемых сокращений слов установлены в ГОСТ 2.316, ГОСТ 7.12.

Если в аттестационной работе принята особая система сокращения слов и наименований, то перечень принятых сокращений должен быть приведен в структурном элементе ВКР ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ, который располагается на следующей странице за структурным элементом СОДЕРЖАНИЕ.

Текст печатается (пишется) с соблюдением полей: левого – 30 мм, правого – 10 мм, нижнего и верхнего – не менее 15 мм.

В тексте допустимы ксерокопии документов.

## **2.2 Изложение текста**

Текст должен быть кратким, чётким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований должны применяться слова «должно», «следует», «необходимо», «требуется», «не допускается», «запрещается», «не следует».

Изложение текста приводится в безличной форме. Например: «...значение коэффициента принято...», или «принимается».

В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова при наличии равнозначных слов и терминов на русском языке;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, например, м, с, следует писать «1 м, 1 с или метр, секунда», за исключением единиц физических величин в головках и боковиках



таблиц, в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки;

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельного отклонения диаметра на чертежах, помещённых в тексте ВКР, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

- применять без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов без регистрирующего номера, например, ГОСТ 2.316;

- сокращение слов и словосочетаний, за исключением оформления библиографической записи, согласно ГОСТ 7.12, допускаемых сокращений слов в конструкторской документации выполняются в соответствии с ГОСТ 2.316.

Сокращения в тексте допускаются только общепринятые:

- в середине предложений – «см.», «т. е.»;

- в конце предложений – «и т. д.», «и др.», «и т. п.»;

- при фамилии или названии учреждения – сокращения ученых степеней и званий, например, д-р техн. наук Иванов К.М.; канд. физ.-мат. наук Петров Ю.С.; чл.-кор. АН РФ; проф. СГГА; акад. Смирнов; доц. Семенов; ст. (мл.) науч. сотр. СГГА;

- при наличии цифрового обозначения – «с.» (страница), «г.» (год), «гг.» (годы), например, с. 5, 2006 г.

Не допускаются сокращения следующих слов и словосочетаний: «так как», «так называемый», «таким образом», «так что», «например».

В тексте следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименование и обозначение, установленные в ГОСТ 8.417.

Интервалы чисел в тексте записывают со словами «от» и «до» (имея в виду «от и до... включительно»), если после чисел указана единица физической величины или числа представляют безразмерные коэффициенты, или через тире, если числа представляют порядковые номера.

Примеры

1 Толщина слоя должна быть от 0,5 до 2,0 мм.

2 Рисунки 1 – 14.

2.8 Имена следует писать в следующем порядке: фамилия, имя, отчество (или – фамилия, инициалы, при этом не допускается перенос инициалов отдельно от фамилии на следующую строку).

2.9 Использование цитат требует соблюдения правил, включающих как общие требования к цитатному материалу, так и указания на те или иные особенности его оформления.

К общим требованиям нужно отнести следующие:

- цитируемый текст должен приводиться в кавычках без малейших изменений. Недопустим пропуск слов, предложений или абзацев без указания на то, что такой пропуск делается (такие пропуски обычно обозначаются отточием).

Недопустима замена слов, так как замена всего одного слова даже очень близким ему синонимом может существенно изменить смысл высказывания. Должны сохраняться все особенности авторских написаний, так как изменение таких написаний приводит к искажению смысла высказывания, стиля авторского изложения (исправляются слова, написанные по старой орфографии, а также опечатки);

- цитирование должно быть полным;

- нельзя объединять в одной цитате несколько выдержек, взятых из разных мест цитируемого источника (хотя эти выдержки могут быть и логически связанными, и однородными по материалу). Каждая такая выдержка должна оформляться как отдельная цитата;

- все цитаты должны сопровождаться указаниями на источник. Это позволяет при необходимости проверить правильность цитирования, повышает ответственность автора за точность цитирования. Ссылки оформляются по общим правилам составления библиографических описаний в соответствии с 5.9, например, [3, с. 5], [2, с. 4-6], [2, с. 1, 4, 6].

## 2.3 Вопросы нумерации

Страницы пояснительной записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу страницы.

Титульный лист и бланк задания включают в общую нумерацию страниц квалификационной работы, номера страниц на них не проставляются.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ, размещенные в тексте ВКР, включают в общую нумерацию страниц.

Разделы, подразделы, пункты, подпункты основной части работы нумеруют арабскими цифрами.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах работы, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Заголовок раздела печатается прописными буквами посередине листа без точки в



конце, без подчеркивания. Не допускается перенос слова на следующую строку, применение римских цифр, математических знаков и греческих букв.

Каждый раздел печатается с нового листа. Ниже заголовка раздела должна быть оставлена одна свободная строка. Если раздел делится на подразделы, то не должно быть текста между ними.

Подразделы нумеруются в пределах раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделённых точкой, например, 1.1, в конце номера подраздела точка не ставится.

Заголовки подразделов следует начинать печатать с абзацного отступа с прописной буквы, вразрядку на 1,1 пункт, не подчеркивая, без точки в конце. Выше и ниже заголовка подраздела должно быть оставлено по одной свободной строке. Если подраздел делится на пункты, то не должно быть текста между ними.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого подраздела. Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела и пункта, разделённых точкой, в конце номера пункта точка не ставится, например, 1.1.1, 1.1.2, и печатается с абзацного отступа. Пункт может иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, с абзацного отступа. Свободная строка между заголовком пункта и последующим текстом не оставляется. Если пункт делится на подпункты, то не должно быть текста между ними.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделённых точкой, в конце номера подпункта точка не ставится, например, 1.1.1.1, 1.1.1.2 и т. д. Подпункт может иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, с абзацного отступа. Свободная строка между заголовком подпункта и последующего текста не оставляется.

Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Заголовок подраздела, пункта и подпункта не должен быть последней строкой на странице.

Например:

## 1 ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

### 1.1

#### 1.2 Нумерация пунктов первого раздела документа

### 1.3

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

### 2.1

#### 2.2 Нумерация пунктов второго раздела документа

### 2.3



3.11 Между заголовками структурных элементов и последующим текстом, наименованием разделов основной части и последующим текстом, должна быть одна свободная строка.

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

### 3 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

#### 3.1 Аппараты, материалы и реактивы

3.1.1		Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела документа
3.1.2	}	
3.1.3		

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед началом перечислений ставится двоеточие. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис. При необходимости ссылки в тексте ВКР на один из элементов перечисления, вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь), после которой ставится круглая скобка, например, а) и т. д. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится круглая скобка, а запись производится с абзацного отступа, например,

а) текст (со строчной буквы) \_\_\_\_\_;

б) \_\_\_\_\_:

    1) \_\_\_\_\_;

    2) \_\_\_\_\_.

При ссылках на структурные элементы текста ВКР, который имеет нумерацию из цифр, не разделенных точкой, указывается наименование этого элемента полностью, например, «...в соответствии с разделом 5», или «...по пункту 3».

Если номер (обозначение) структурного элемента ВКР состоит из цифр (буквы и цифры), разделенных точкой, то наименование этого структурного элемента не указывают, например, «...по 4.10», «...в соответствии с А.12».

Это требование не распространяется на таблицы, формулы и рисунки, при ссылке на которые всегда упоминают наименование этих структурных элементов, например, «...по формуле (3)», «...в таблице В.2 », «...на рисунке 3».

При ссылке на перечисление указывается его обозначение (и номер пункта), например, «...в соответствии с перечислением б) 4.2.2».

При ссылке на показатели, приведенные в таблице, указывают номер показателя, например, «...в части показателя 1 таблицы 2» и т. п.

Если существует необходимость напомнить о том, что какое-либо положение, его фрагмент, отдельный показатель, его значение, графический материал, его позиция и т. п. приведены в соответствующем структурном элементе ВКР, то ссылка приводится в круглых скобках после сокращения «см.», например, «...правила транспортировки и хранения », «...физико-химические показатели (см. 3.2.1)».

Примечания приводят в том случае, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требований. Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца с разрядкой шрифта на 1,1 пункт и не подчёркивать. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире, и текст примечания печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки. После слова «Примечания» двоеточие не ставится.

Примечание – Текст \_\_\_\_\_

Примечания

1 Текст \_\_\_\_\_

2 Текст \_\_\_\_\_

Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы в соответствии с 3.15.

3.16 Примеры могут быть приведены в том случае, если они поясняют какие-либо требования или способствуют более краткому их изложению. Примеры размещают, нумеруют и оформляют так же, как и примечания.

## 2.4 Формулы и единицы величин

Формулы пишутся отдельной строкой, выравниваются по центру. Выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка.

После формулы помещают перечень всех принятых в формуле символов с расшифровкой их значений и указанием размерности (если в этом есть необходимость). Буквенные обозначения дают в той же последовательности, в которой они приведены в формуле.

Формулы нумеруются сквозной нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами. При этом номер формулы указывают в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Одну формулу обозначают – (1).



Формулы, помещённые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом чертёжным шрифтом – тип А ГОСТ 2.304, высотой не менее 2,5 мм, чёрным цветом.

В формулах в качестве символов физических величин следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами (ГОСТ 8.417). Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой и должны соответствовать типу и размеру шрифта, принятому при написании самой формулы. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле.

Первая строка пояснения должна начинаться с абзацного отступа со слова «где» без двоеточия после него. Знаки «–» (тире) располагаются на одной вертикальной линии.

Пример – Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (1)

$$\rho = m/v, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца, кг;

$v$  – объём образца, м<sup>3</sup>.

Знаки препинания перед формулой и после нее ставятся по смыслу. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Если формула не помещается в строку, то часть ее переносят на другую строку только на математическом знаке основной строки, обязательно повторяя знак во второй строке. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×». При написании формул не допускаются разрывные линии. В многострочной формуле номер формулы ставится против последней строки.

## 2.5 Иллюстрации

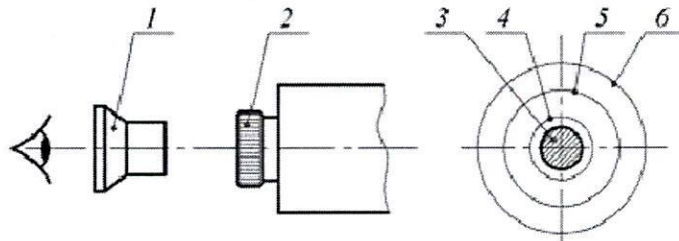
Все иллюстрации в тексте работы (графики, чертежи, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) размещают сразу после первой ссылки на них и обозначают словом «Рисунок».

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».



Иллюстрации должны иметь наименование и при необходимости – пояснительные данные (подрисуночный текст). Если текст пояснительных данных приводится над номером рисунка, то допускается понижение шрифта (кегель 12). Пояснения, приводимые в тексте, выполняются обычным шрифтом (кегель 14).

После номера рисунка ставится тире, наименование пишется с прописной буквы. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки.



1 – вспомогательная лупа; 2 – окуляр коллиматора; 3 – входной зрачок объектива теодолита; 4 – оправа объектива теодолита; 5 – выходной зрачок объектива коллиматора; 6 – общее поле зрения окуляра коллиматора

Рисунок 1 – Установка теодолита соосно с коллиматором  
или с автоколлиматором

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например - Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать «...в соответствии с рисунком 2».

## 2.6 Таблицы

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицу слева, справа и снизу ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф пунктирными и диагональными линиями не допускается.

Таблица \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_  
номер наименование таблицы

Головка {					} 3 заголовки граф
					} Подзаголовки граф
					} Строки (горизонтальные ряды)
Боковик (графа для заголовков строк)		Графы (колонки)			

Наименование таблицы, при его наличии, должно отражать её содержание, быть точным, кратким. Наименование таблицы следует помещать над таблицей слева, в одну строку с её номером через тире: «Таблица 1 – Наименование», при этом точку после номера таблицы и наименования не ставят.

Каждая таблица должна иметь порядковый номер в пределах всей работы.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другой лист. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица», её номер и наименование указывают один раз слева над первой частью таблицы, а над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист заголовков не повторяют.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы.

Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае – боковик.

При делении таблицы на части допускается её головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Таблица 1 – Сопоставление коэффициентов значимости функций

Ранг функции	Значимость, %	Удельный вес затрат на функцию в общих затратах, %	Коэффициент затрат на функцию
1	2	3	4
4	15	25	0,6
8	10	15	0,6

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
5	5	16	0,31
7	9	24	0,37

Примечание - Текст -----.



На все таблицы в тексте должна быть ссылка. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера, например, «в таблице 1.....».

Для облегчения ссылок по тексту в таблицах допускается нумерация граф.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами, например «Таблица А.1» (с добавлением перед цифрой обозначения приложения).

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Таблица помещается после первого упоминания о ней в тексте. Допускается размещать таблицу вдоль длинной стороны листа (лёжа), так чтобы её можно было читать с поворотом по часовой стрелке, при этом номер страницы ставится в нижней середине короткой части листа.

Графа № п/п в таблицы не включается.

Допускается применять в таблице размер шрифта меньший, чем в тексте (кегель 12). Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

## 2.7 Список литературы

В список литературы включаются все источники, использованные студентом при написании курсовой работы. Литература группируется в списке в следующем порядке:

1. нормативно-правовые акты: Конституция, законы, указы Президента РФ, постановления правительства РФ – в хронологической последовательности;
2. ведомственные правовые акты в хронологической последовательности;
3. монографическая и учебная литература;
4. статьи из журналов и газет;
5. статистические сборники в хронологической последовательности;
6. документы и материалы государственных архивных учреждений – в хронологической последовательности;
7. книги и статьи на русском языке в алфавитном порядке;
8. книги и статьи на иностранных языках в алфавитном порядке.

## 2.8 Приложения

Материал, дополняющий текст работы, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал,

таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ПК и т.д.

Приложение оформляют как продолжение работы на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Степень обязательности приложений при ссылках не указывается. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "ПРИЛОЖЕНИЕ".

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. После слова "ПРИЛОЖЕНИЕ" следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается "ПРИЛОЖЕНИЕ А".

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

### **3 Организация защиты курсового проекта**

#### **3.1 Подготовка к защите курсового проекта**

После написания, курсовой проект сдаётся на проверку в строго установленные учебным заведением сроки.

Для подготовки к защите целесообразно подготовить тезисы доклада. При составлении тезисов необходимо учитывать, что ориентировочное время доклада на защите – 7–10 минут. Структура доклада при защите курсового проекта может быть следующая:

- 1) Представление студента и темы работы.
- 2) Актуальность темы.
- 3) Цель работы и её задачи.
- 4) Предмет исследования.
- 5) Логика построения работы.



#### 6) Основные положения и выводы по работе.

Объём 4 – 5 листов текста в формате Word, размер шрифта 14 пунктов, полуторный интервал.

### 3.2 Защита курсового проекта

Защита имеет своей целью выявление степени раскрытия автором темы работы, самостоятельности и глубины изучения проблемы, обоснованности выводов и предложений.

На защите работы студент должен показать не только знание темы, но и способность к самостоятельному мышлению, умение чётко и ясно излагать свои мысли и выводы.

На защите работы следует выступать с заранее подготовленными тезисами доклада. Желательно, чтобы студент излагал доклад свободно не используя письменный текст. Речь должна быть ясной, грамматически точной, технически грамотной, уверенной. В ходе выступления с докладом следует обратить внимание на правильное произношение слов, особенно технических терминов.

После выступления с докладом преподаватели, принимающие защиту, задают любые вопросы по работе, уточняют полученные выводы и результаты. Ответы на поставленные вопросы должны быть краткими, по существу и состоять, как правило, из двух – трёх предложений. На вопросы следует отвечать уверенно и чётко.

При оценке курсовой работы учитывается как содержание, так и защита работы. Оценка по работе сообщается студенту после защиты.

## 4 Критерии оценки курсового проекта

### 4.1 Критерии оценки выполнения курсового проекта

#### Оценка «5» («отлично»):

- Актуальность темы.
- Тема раскрыта полно, правильно и логично выполнены все расчеты.
- Самостоятельность в процессе выполнения работы.
- Использование различных источников информации; знаний, полученных при изучении других дисциплин.
- Студент способен анализировать и делать выводы.
- Пояснительная записка имеет все необходимые расчеты, схемы и обоснования, выполнена грамотно и аккуратно, соответствует требованиям ЕСТД и ЕСКД.
- Графическая часть соответствует требованиям ЕСКД, имеет необходимый объем и уровень сложности.

Оценка «4» («хорошо»):

- Те же требования к изложению и оформлению курсового проекта (См. «5»), но имеются незначительные неточности в представленных частях курсового проекта.
- Студент не всегда четко отвечает на вопросы преподавателя

Оценка «3» («удовлетворительно»):

- Допускаются ошибки в расчетах.
- Студент плохо ориентируется в зависимостях и связях между отдельными разделами курсового проекта.
- Представленные схемы не отражают работу приспособления.
- Нерационально скомпонованы элементы приспособления.
- Конструктивные решения не учитывают эксплуатационные и экономические требования.
- Графическая часть выполнена с нарушениями требований ЕСКД.

Оценка «2» («неудовлетворительно»):

- Отсутствует необходимый объем документации курсового проекта.
- Конструкция приспособления является нерабочей.

#### **4.2 Критерии оценки защиты курсового проекта**

Оценка «5» («отлично»):

- Студент демонстрирует системность и целостность знаний по дисциплине.
- Свободно использует понятия и термины.
- Защита курсового проекта логична, обоснована и убедительна.
- Студент умеет анализировать, обобщать, делать выводы.
- Студент готов к диалогу по теме курсового проекта
- Студент способен к самоанализу и самооценке.

Оценка «4» («хорошо»):

- Те же требования к защите, что и на оценку «5», но студент допускает незначительные ошибки в докладе и ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «3» («удовлетворительно»):

- Выступления студента демонстрирует отсутствие системности и целостности знаний по дисциплине.
- Невысокий уровень усвоения и владения понятиями и терминами.
- Студент затрудняется при анализе, не может обобщать и делать самостоятельно выводы.
- Речь технически сформирована слабо.
- Студент не способен к самоанализу и самооценке.



Оценка «2» («неудовлетворительно»):

- Доклад студента свидетельствует о том, что он не ориентируется по теме курсового проекта, не владеет понятиями и терминами.
- Студент не может объяснить принцип работы приспособления.
- На вопросы преподавателя студент либо не отвечает, либо отвечает не верно.

## **5 Пример выполнения расчетов по конструированию станочного приспособления**

### **Введение**

Высокая производительность труда и стабильное хорошее качество продукции в большой степени зависит от конструктивных качеств, применяемой технологической оснастки.

Проектирование приспособления является важным и ответственным этапом подготовки производства.

Процесс проектирования приспособлений идёт параллельно с разработкой технологического процесса.

Применение станочных приспособлений позволяет облегчать труд рабочего, т.к. исключает разметку деталей и выверку инструмента. Это ведёт к уменьшению вспомогательного времени. Механизация установки и закрепления заготовок осуществляется путём применения пневматических и гидравлических приводов. При этом рабочий прилагает незначительное усилие для закрепления и освобождения заготовок при переключении рукоятки крана управления.

### **1 Описание технологической операции**

Операция – токарно – винторезная, выполняется на токарно – винторезном станке.

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый с механическим креплением твёрдосплавной неперетачиваемой пластины.. Материал режущей части – двухкарбидный твёрдый сплав Т5К10.

Операция выполняется за два перехода:

- подрезка торца;

– точение наружной цилиндрической поверхности.

Мерительный инструмент для контроля линейного и диаметального размеров – предельные односторонние скобы, используемые в крупносерийном производстве.

## 2 Описание принципа работы приспособления

Приспособление состоит из корпуса поз.1, на котором установлена цанга поз.

3. Цанга поз. 3 крепится на оправке поз.1 с помощью винтов. На струне поз.2 устанавливается конус поз.5, который может перемещаться вдоль оси оправки. Перемещение конуса поз.5 вдоль оси фиксируется с помощью винта и паза на конусе.

Деталь устанавливается на цангу поз. 3 до упора. При подаче воздуха в пневмоцилиндр со стороны штока, поршень перемещаясь будет тянуть за собой шток, который в свою очередь жестко связан со струной поз.2. На струне жестко установлен конус поз.5, который перемещаясь вдоль оси вслед за струной воздействует на лепестки цанги поз. 3. Под действием конуса лепестки цанги расжимаются и деталь надежно закрепляется.

Разжим детали производится в обратном порядке. При подаче воздуха в безштоковую полость поршень перемещаясь толкает шток вправо. Шток, в свою очередь, также перемещает струну поз.2 и конус поз.5 и тащит конус в обратную сторону. Таким образом, освобождаются лепестки цанги поз. 3, в результате чего лепестки возвращаются в исходное положение, т.е. сжимаются и деталь освобождается.

## 3 Расчёт погрешности базирования

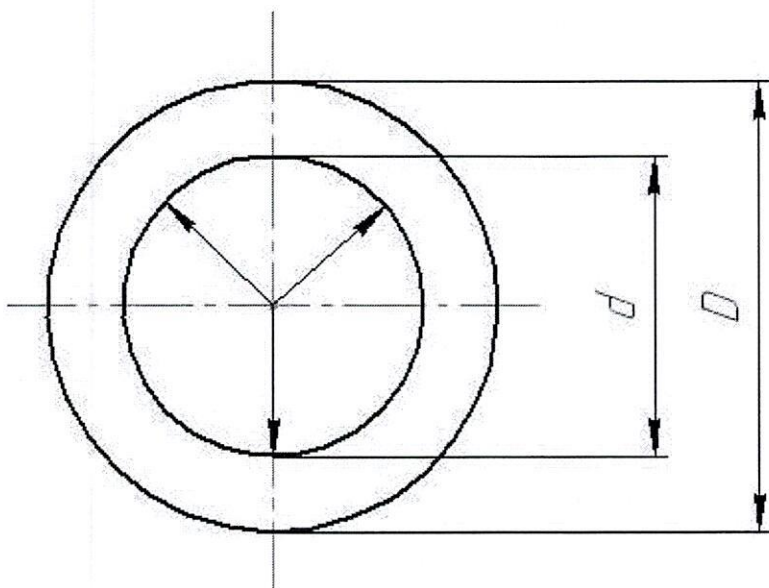
Исходные данные

Диаметр обрабатываемой поверхности  $D=80\text{мм}$

Диаметр базовой поверхности  $d=60\text{мм}$

Допуска размера посадочного отверстия  $d=0,08\text{мм}$





При данной размерной цепи для обработки наружной цилиндрической поверхности погрешность базирования для размера  $D$  равна 0, так как цанга является самоцентрирующим установочно – зажимным механизмом. В этом случае ось детали, ось приспособления и соответственно ось шпинделя станка совпадают.

#### 4. Расчёт усилия закрепления заготовки

##### 4.1 Табличное определение режимов резания

Режущий инструмент

Резец токарный проходной отогнутый

Материал режущей части – Т5К10 (кобальта – 10%, карбида титана – 5%, карбида вольфрама – 85%)

$\Phi = 90^\circ$ ,  $\phi' = 30^\circ$ ,  $\gamma = 8^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$

Режимы резания

1 Глубина резания  $t = 2$  мм

2 Подача  $S_{\text{таб}} = 0,12 - 0,2$  мм/об

принимаем  $S_{\text{ст}} = 0,2$  мм/об

3 Скорость резания  $V = 70$  м/мин

4 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 70}{3,14 \times 80} = 278,6 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{ст}} = 260 \text{ об/мин}$$

5 Фактическая скорость

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 260}{1000} = 65 \text{ м/мин}$$

6 Мощность, затрачиваемая на резание

$$N_{\text{рез}} = 2,4 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{д}} \times \text{КПД}$$

$$N_{\text{ст}} = 10 \times 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$N_{\text{рез}} < N_{\text{ст}}$  –соответственно, процесс резания осуществим.

#### 4.2 Расчёт составляющих сил резания

Исходные данные

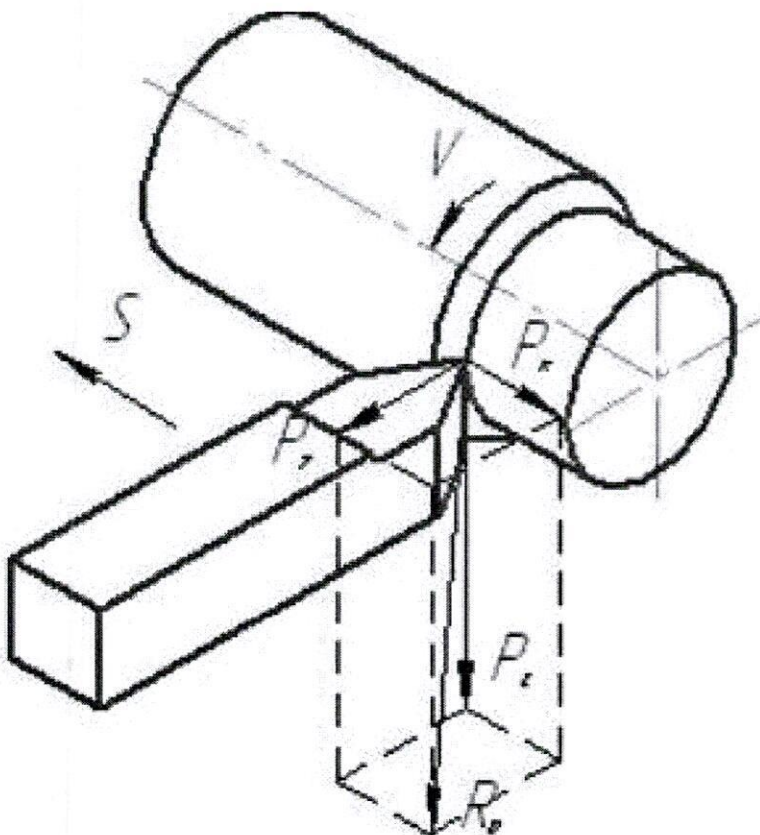
Глубина резания  $t = 2 \text{ мм}$ .

Подача  $S = 0,2 \text{ мм/об}$

Скорость резания  $V = 65 \text{ м/мин}$

Диаметр обработки  $D = 80 \text{ мм}$ .

Обрабатываемый материал – сталь 38ХС, твердость HB170  $\sigma = 45 \text{ кгс/мм}^2$





Результирующая системы сил обозначается буквой  $R$  и разлагается на три взаимно перпендикулярные составляющие:

- осевую силу  $P_x$ , направление которой противоположно направлению движения подачи;
- радиальную силу  $P_y$ , направленную от обработанной поверхности и перпендикулярную направлению движения подачи;
- тангенсальную силу  $P_z$ , направление которой совпадает с направлением главного движения резания.

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2}$$

Эмпирические формулы для определения каждой составляющей силы имеют вид

$$P_z = 10C_{p_z} \cdot t^{x_z} \cdot S^{y_z} \cdot V^{n_z} \cdot K_{p_z} (H)$$

$$P_y = 10C_{p_y} \cdot t^{x_y} \cdot S^{y_y} \cdot V^{n_y} \cdot K_{p_y} (H)$$

$$P_x = 10C_{p_x} \cdot t^{x_x} \cdot S^{y_x} \cdot V^{n_x} \cdot K_{p_x} (H)$$

где  $C_{p_z}; C_{p_y}; C_{p_x}$  - коэффициенты, характеризующие обрабатываемый материал и условия его обработки;

$K_{p_z}; K_{p_y}; K_{p_x}$  - общие поправочные коэффициенты, учитывающие геометрию резца.

Определение всех необходимых коэффициентов и показателей степеней ведём по Справочнику технолога-машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой Т-2.

Выписываем значения коэффициентов и показателей степеней формул для наружного продольного точения стали с пределом прочности  $\sigma_B = 700 \text{ МПа}$  резцом из твёрдого сплава (т.22 стр.273)

$$C_{p_z} = 300 \quad X_{p_z} = 1 \quad Y_{p_z} = 0,75 \quad n_{p_z} = -0,15$$

$$C_{p_y} = 243 \quad X_{p_y} = 0,9 \quad Y_{p_y} = 0,6 \quad n_{p_y} = -0,3$$

$$C_{p_x} = 339 \quad X_{p_x} = 1 \quad Y_{p_x} = 0,5 \quad n_{p_x} = -0,4$$

Определяем значения коэффициентов  $K_{p_z} K_{p_y} K_{p_x}$

$$K_{P_z} = K_{M_{P_z}} \cdot K_{\varphi_{P_z}} \cdot K_{\gamma_{P_z}} \cdot K_{\lambda_{P_z}} \cdot K_{r_{P_z}}$$

$$K_{Py} = K_{M_{Py}} \cdot K_{\varphi_{Py}} \cdot K_{\gamma_{Py}} \cdot K_{\lambda_{Py}} \cdot K_{r_{Py}}$$

$$K_{Px} = K_{M_{Px}} \cdot K_{\varphi_{Px}} \cdot K_{\gamma_{Px}} \cdot K_{\lambda_{Px}} \cdot K_{r_{Px}}$$

$$K_{M_{Pz}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,94 \quad (\text{т.9 стр.264})$$

$$K_{Pz} = K_{Py} = K_{Px}$$

Значения коэффициентов выписываем т.23 стр. 275 по Справочнику технолога-машиностроителя под ред. А.Г.Косиловой Т-2

$$K_{\varphi_{Pz}} = 0,94 \quad K_{\gamma_{Pz}} = 1 \quad K_{\lambda_{Pz}} = 1$$

$$K_{\varphi_{Py}} = 0,77 \quad K_{\gamma_{Py}} = 1 \quad K_{\lambda_{Py}} = 0,75$$

$$K_{\varphi_{Px}} = 1,11 \quad K_{\gamma_{Px}} = 1 \quad K_{\lambda_{Px}} = 1,07$$

$K_{r_{Pz}}; K_{r_{Py}}; K_{r_{Px}}$  — только для быстрорежущей стали

$$K_{Pz} = 0,94 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$K_{Py} = 0,94 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,6$$

$$K_{Px} = 0,94 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1,07 = 1,11$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 65^{-0,15} \cdot 0,8 = 2736 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 67 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 65^{-0,3} \cdot 0,6 = 1769 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 125 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,5} \cdot 65^{-0,4} \cdot 1,11 = 1710 \text{ Н}$$

Равнодействующая силы резания равна

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2} = \sqrt{2736^2 + 1769^2 + 1710^2} = \\ &= \sqrt{2736^2 + 1769^2 + 1710^2} = 3679 \text{ Н} \end{aligned}$$

#### 4.3 Определение коэффициента надёжности закрепления

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$$

где,  $K_0$  — гарантированный коэффициент запаса надёжности закрепления

$$K_0 = 1,5$$



$K_1$  – коэффициент учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей в заготовках.

Черновая обработка –  $K_1=1,2$

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания в следствии затупления инструмента.

Черновое точение –  $K_2=1,2$

$K_3$  – коэффициент учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;  $K_3=1,0$

$K_4$  – коэффициент учитывающий непостоянство зажимного усилия.  
Для пневматических и гидравлических –  $K_4=1,0$ .

$K_5$  – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

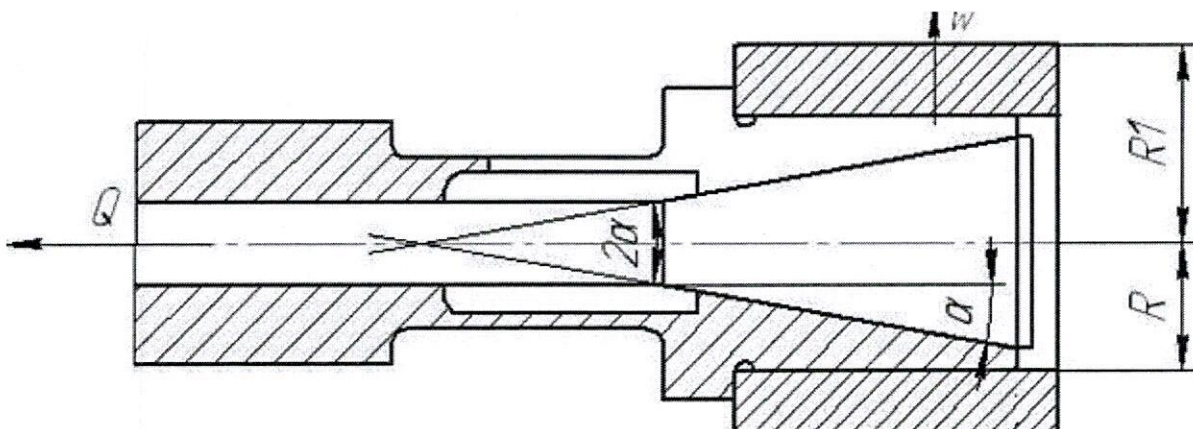
При удобном расположении –  $K_5=1,0$

$K_6$  – коэффициент зависящий от неровностей места контакта детали с установочным элементами, имеющими большую контакта.

Для ограниченного контакта –  $K_6=1,0$ .

$$K=1,5 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 2,2$$

#### 4.4 Расчёт усилия закрепления заготовки



Составляющие сил резания  $P=2736\text{H}$ ;  $P=1769\text{H}$

Диаметр обрабатываемой поверхности  $D=80\text{мм}$ ;  $R_1=40\text{мм}$

Диаметр базовой поверхности  $d=60\text{мм}$ ;  $R=30\text{мм}$

Коэффициент трения на рабочих поверхностях цанги  $f=0,25$

Половина угла конуса цанги  $\alpha = 30^\circ$

Угол трения в цанге  $\varphi = 11^\circ$

Коэффициент надежности закрепления  $K=2,2$

Заготовка, закрепленная на цанговой оправке, подвергается при обработке воздействию момента от сил резания резания, которому противостоит момент силы трения.

$$M_{\text{тр}} = W_{\text{сум}} \times f \times R,$$

где,  $W_{\text{сум}}$  – суммарная сила зажима заготовки

Условие равновесия имеет вид:

$$W_{\text{сум}} \times f \times R = K \times P_z \times R_1$$

откуда

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \times P_z \times R_1}{f \times R}$$

$$W_{\text{сум}} = \frac{2,2 \times 2736 \times 40}{0,25 \times 30} = 32080 \text{ Н}$$

При упоре заготовки в бурт оправки и при неподвижной цанге зависимость между силой зажима  $W_{\text{сум}}$  и силой на штоке силового привода  $Q$  выражается формулой:

$$Q = W_{\text{сум}} \times \tan(\alpha + \varphi)$$

$$Q = 32080 \times \tan(30^\circ + 11^\circ) = 32080 \times 0,87 = 29970 \text{ Н}$$

Таким образом, для надёжного закрепления заготовки, сила на штоке пневмоцилиндра должна составлять 29970Н

5 Расчёт диаметра пневматического цилиндра привода приспособления

Исходные данные

Сила на штоке пневмоцилиндра  $Q=29970\text{Н}$

КПД, учитывающий потери в цилиндре  $\eta = 0,9$

Давление сжатого воздуха в пневмоцилиндре двухстороннего действия



$$P = 0,4 \text{ МПа}$$

При пуске сжатого воздуха со стороны штока, усилие, развиваемое цилиндром, определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \times P \times \eta$$

где,  $D$  – диаметр цилиндра (см)

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра,  $d = 0,3D$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - (0,3d)^2) \times P \times \eta$$

$$\text{отсюда} \quad D^2 - (0,3d)^2 = \frac{4 \times Q}{\pi \times P \times \eta}$$

$$D^2 - 0,09d^2 = \frac{4 \times 29970}{3,14 \times 0,4 \times 0,9}$$

$$D^2(1 - 0,09) = 1060,51 \text{ см}$$

$$D = \sqrt{\frac{1060,51}{1 - 0,09}} = 33 \text{ см} = 330 \text{ мм}$$

В соответствии с ГОСТ6540–68 принимаем диаметр пневмоцилиндра из дополнительного ряда размеров равный 360мм.

6 Расчёт стоимости эксплуатации приспособления

$$C_{\text{э}} = \frac{A}{n} \times \left( \frac{1}{T} + \frac{q}{100} \right)$$

где,  $A$  – стоимость приспособления (руб.)

$n$  – годовая программа выпуска деталей (шт.) задаётся в технических условиях

$T$  – срок службы приспособления;

- простые приспособления – 1 год
- приспособления средней сложности – 2÷3 года
- сложные приспособления – 4÷5 лет

принимаем 3 года

q—процент расхода на ремонт приспособления и на уход за ним, может быть от 20 до 40%  
принимаем 30%

$$A = Z_n \times C \times K$$

$Z_n$  - количество деталей из которых состоит приспособление

$C = 150$  - стоимость одной "условной" детали (руб.)

$K$  - коэффициент сложности приспособления.

$$A = 6 \times 150 \times 1,5 = 1350 \text{ (руб.)}$$

$$C_3 = \frac{1350}{10000} \times \left( \frac{1}{3} + \frac{30}{100} \right) = 0,0855 \text{ руб} = 8,5 \text{ коп}$$

Таким образом, стоимость обработки одной детали в приспособлении составляет 8,5 коп.

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка: учебник для СПО /В.В.Ермолаев. – 4-е изд., стер.- М.: Академия,2015. – 256с.
2. Косов Н.Н. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учеб. пособие для вузов/ Н.Н. Косов. – М.: Машиностроение,2005. – 304с.
3. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник для СПО/О.С. Моряков. – М.: Академия,2009. – 256с. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник для СПО/О.С. Моряков. – М.: Академия,2009. – 256с.
4. Самойлова Л.Н. Технологические процессы в машиностроении. Лабораторный практикум: учеб. пособие для сред. проф. образования / Л.Н. Самойлова, Г.Ю. Юрьева, А.В. Гирн. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург:Лань,2021. – 156с. : ил. – библиограф. Список: с. 150-151(15 назв.)
5. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов: учеб. пособие для сред. проф. образования / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – Санкт-Петербург:Лань,2021. – 352 с.:ил. – Приложения: с. 265-343.
6. Черпаков Б.И Технологическая оснастка: учебник для СПО/Б.И. Черпаков . - М.: Академия,2008. -288с.



7. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Том1 /Под ред. А.М. Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.:Машиностроение,2003. – 912с.: ил.
8. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах Том 2 /Под ред. А.М. Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова.- 5-е изд.,испр.- М.: Машиностроение,2003. – 944с.: ил
9. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах. Том 1 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 2014. – 656с.:ил.
10. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах. Том 2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 2014. – 656с.:ил.

#### **Электронные издания (электронные ресурсы)**

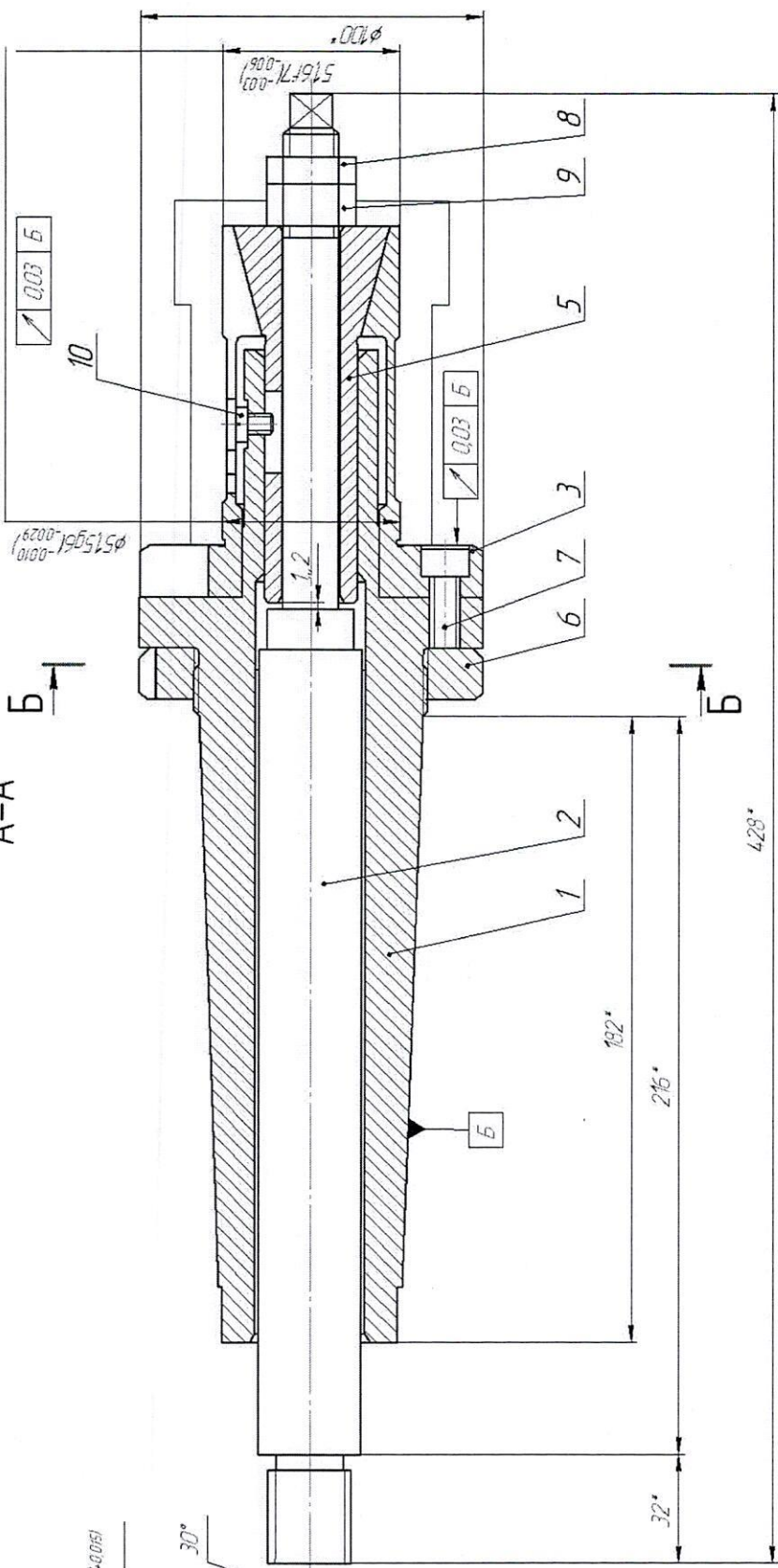
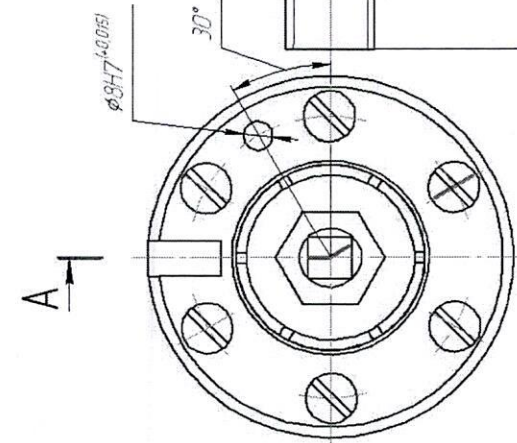
1. Портал «Всё о металлообработке». Режим доступа: <http://met-all.org/>
2. Международный технический информационный журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов». Режим доступа: <http://www.informdom.com/>
3. Образовательная платформа Юрайт, электронная библиотека образовательной литературы [urait.ru](http://urait.ru)
4. Информационно-справочная служба «ЦентрИнформ» [www.infoua.com](http://www.infoua.com)
5. Интернет-представительство "Компании Авант" [www.avantcom.ru](http://www.avantcom.ru)
6. Информационно-поисковая система Первый Машиностроительный Портал [www.1bm.ru](http://www.1bm.ru)
7. Информационный книжный портал [www.infobook.ru](http://www.infobook.ru)
8. Информационно-поисковая система ОВО.RU [www.obo.ru](http://www.obo.ru)

#### **Дополнительные источники**

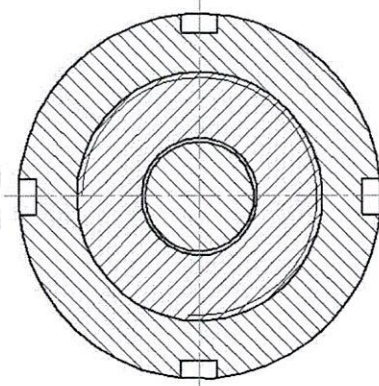
1. Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах. Том 1: /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение ,1984. – 592с.: ил.
2. Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах. Том 2: /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение ,1984. – 656с.: ил.
3. ГОСТ 3.1107-81 Опоры, зажимы и установочные устройства

К17.00.

A-A



Б-Б



- 1 \* Размеры для справок  
2. Не указанные пределы отклонений размеров: Н14, н14,  $\frac{JS14}{2}$

К17.00.				К17.00.			
Изм.	№	Дата	Исполн.	Изм.	№	Дата	Исполн.
1	1	1	1	1	1	1	1
Оправка цанговая				Оправка цанговая			
Сборочный чертеж				Сборочный чертеж			
НТМТ (ФСГО)				НТМТ (ФСГО)			

Контракт

Формат А2



[illegible]

*Konrad*

ΦΟΡΜΑΤΙ Α4

