

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ

Директор

С.А. Махновский

«27» февраля 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ  
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП.08 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО

**15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов  
и гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2019

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования  
Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №6 от 20 февраля 2019 г.

Методической комиссией

Протокол №5 от 21 февраля 2019 г.

**Разработчик**

В.В. Радомская,  
преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	7
Практическая работа 1	7
Практическая работа 2	9
Практическая работа 3	14
Практическая работа 4	17
Практическая работа 5	23
Практическая работа 6	25
Практическая работа 7	47
Лабораторная работа 1	55
Лабораторная работа 2	58

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

– У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;

– У<sub>2</sub>. применять документацию систем качества;

– У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.4. Организовывать и выполнять техническое диагностирование гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и/или лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
<b>Раздел 1. Основы стандартизации</b>		<b>6</b>	
<b>Тема 1.2. Организация работ по стандартизации в РФ</b>	Практическое занятие № 1. Оформление технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой.	2	У <sub>1</sub> У <sub>3</sub>
	Практическое занятие № 2. Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 18910-96 Приборы и устройства гидравлические. Общие технические условия	4	
<b>Раздел 2. Сущность метрологии</b>		<b>8</b>	
<b>Тема 2.3. Средства измерений и их характеристики</b>	Практическое занятие № 3. Выбор средств измерения и контроля	2	У <sub>1</sub> У <sub>3</sub>
	Практическое занятие № 4. Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса точности	2	
	Лабораторная работа № 1. Измерение параметров деталей с помощью штангенинструментов	2	
	Лабораторная работа № 2. Измерение параметров деталей с помощью микрометров	2	
<b>Раздел 3. Основы менеджмента системы качества</b>		<b>2</b>	
<b>Тема 3.1. Основные понятия и определения в области качества продукции</b>	Практическое занятие № 5. Изучение и анализ документов системы менеджмента качества	2	У <sub>2</sub> У <sub>3</sub>
<b>Раздел 4. Основы взаимозаменяемости</b>		<b>8</b>	
<b>Тема 4.1. Взаимозаменяемость и ее роль в повышении качества продукции</b>	Практическое занятие № 6. Расчет и построение допусков и посадок соединений	6	У <sub>1</sub> У <sub>3</sub>
	Практическое занятие № 7. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах	2	
<b>ИТОГО</b>		<b>24</b>	

## **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **Тема 1.2. Организация работ по стандартизации в РФ**

#### **Практическая работа № 1**

#### **Оформление технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой**

**Цель:** 1) освоить и закрепить указания по оформлению документов и соблюдению требований, установленных стандартами;  
2) проверить полученные знания;  
3) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### **Материальное обеспечение:**

Презентационный материал, индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### **Задание:**

- 1 Изучить основные правила оформления документации.
- 2 Ответить на вопросы, характеризующие содержание, структуру и правила оформления технической документации в соответствии с требованиями, установленными стандартами.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить и законспектировать основные правила оформления документации, представленные в презентационном материале.
2. Выявить и составить перечень типичных ошибок в оформлении предложенного отрывка технического документа.
3. Оформить в соответствии с требованиями, установленными стандартами, текстовый документ.
4. Сделать вывод.

#### **Ход работы:**

1. Изучить и законспектировать основные правила оформления документации, представленные в презентационном материале.
2. Выявить ошибки в оформлении предложенного отрывка технического документа.
3. Охарактеризовать следующее:
  - Требования к оформлению текстовой части.
  - Оформление элемента «Содержание», «Введение», «Список используемых источников».
  - Деление текста на разделы, пункты, подпункты.
  - Оформление заголовков.
  - Оформление формул, иллюстраций и таблиц.
  - Использование сокращений в тексте документа.
  - Применение ссылок на используемые источники.

– Оформление перечислений.

4. Оформить в соответствии с требованиями, установленными стандартами, текстовый документ.

5. Выводом к работе является перечисление ошибок в оформлении предложенного отрывка технического документа, а также указание темы тестового документа.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе и приложенный к нему тестовый документ

**Критерии оценки:**

– полнота выполненного задания;

– своевременное предоставление выполненной работы.



## Тема 1.2. Организация работ по стандартизации в РФ

### Практическая работа № 2

#### Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 18910-96 Приборы и устройства гидравлические. Общие технические условия

**Цель:** 1) ознакомиться со структурой национальных стандартов на продукцию, услуги, процессы, методы контроля и стандартов организации;  
2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

- 1 Изучить основные виды нормативной документации.
- 2 Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру технических регламентов, национальных стандартов на продукцию, услуги, процессы, методы контроля и стандартов организации.
- 3 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

К документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

В зависимости от объекта и аспекта стандартизации, а также содержания устанавливаемых требований разрабатываются национальные стандарты следующих видов (ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»):

- стандарты на продукцию;
- стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
- стандарты на услуги;
- стандарты основополагающие (организационно-методические и общетехнические);
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

*Стандарты на продукцию* устанавливают для групп однородной продукции или для конкретной продукции требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, а также требования к условиям и правилам эксплуатации, транспортирования, хранения, применения и утилизации.

В стандарт в общем случае включают следующие элементы:

1) Титульный лист.

2) Предисловие. Приводят сведения об организации работ по стандартизации на соответствующем уровне и общие сведения о данном стандарте.

3) Содержание.

4) Введение. Элемент приводят, если существует необходимость обоснования причин разработки стандарта, указания места стандарта в комплексе стандартов или сообщения об использовании иных форм его взаимосвязи с другими стандартами, а также приведения другой информации, облегчающей пользователям применение данного стандарта.

5) Наименование.

6) Область применения. Указывают назначение стандарта и область его распространения (объект стандартизации), а при необходимости конкретизируют область применения стандарта.

7) Нормативные ссылки. Элемент приводят, если в тексте стандарта даны нормативные ссылки на другие стандарты РФ.

8) Термины и определения.

9) Обозначения и сокращения.

10) Основные нормативные положения:

– Классификация. Указывают ассортимент конкретных пищевых продуктов, выпускаемых по данному стандарту.

– Технические требования. Должны быть приведены требования, определяющие показатели качества и безопасности каждого конкретного продукта.

– Требования к сырью и материалам. Указывают сырье и материалы, используемые для выработки продукции.

– Маркировка. Устанавливают требования к маркировке продуктов.

– Упаковка. Устанавливают требования к упаковочным материалам и способу упаковывания, обеспечивающие сохранность качества и безопасность продуктов при транспортировании, хранении и реализации.

– Правила приемки. Устанавливают порядок и периодичность контроля продуктов на соответствие требованиям к их качеству и безопасности, упаковке и маркировке, указанным в стандарте.

– Методы контроля. Устанавливают методы, которые должны обеспечивать всестороннюю и объективную проверку продуктов на соответствие требованиям к их качеству, безопасности, упаковке и маркировке, установленным стандартом.

– Правила транспортирования и хранения. Устанавливают требования к обеспечению сохранности продуктов при транспортировании и хранении.

11) Приложения. Приводят графический материал большого объема и формата, таблицы большого формата, методы расчетов, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д. По статусу приложения могут быть обязательными, рекомендуемыми или справочными.

12) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

13) Библиографические данные. Их приводят на последней странице стандарта.

*Стандарты на процессы и работы* устанавливают основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

В стандартах на технологические процессы устанавливают:

1) Общие требования к их проведению.

2) Термины и определения.

3) Классификацию.

4) Требования к оборудованию, приспособлениям, инструменту и материалам, используемым в технологическом процессе.

5) Последовательность выполнения отдельных технологических операций с приведением при необходимости принципиальной технологической схемы.

6) Способы и приемы выполнения отдельных работ в технологических процессах.

7) Требования к технологическим режимам и другие нормы выполнения различного рода работ в технологических процессах.

8) Методы контроля качества.

9) Требования безопасности и охраны окружающей среды:

При установлении требований безопасности указывают:

– характеристики опасных и вредных воздействующих факторов данного технологического процесса или его отдельных операций (включая допустимые значения уровней каждого из воздействий);

– требования по снижению и локализации опасных и вредных воздействующих факторов технологического процесса;

– требования к применению средств индивидуальной и коллективной защиты при проведении технологического процесса (отдельных операций);

– требования к соблюдению санитарно–гигиенических правил;

– требования к наличию средств пожаротушения, технических средств противопожарной защиты, пожарной техники;

– требования к производственному персоналу;

– требования к устройству аварийной сигнализации, применению знаков безопасности и сигнальных цветов.

При установлении требований охраны окружающей среды приводят требования к предотвращению или уменьшению вредных воздействий на окружающую среду.

*Стандарты на услуги* устанавливают требования и методы их контроля для групп однородных услуг или для конкретной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

На услуги разрабатывают следующие стандарты:

– основополагающие стандарты на услуги;

– стандарты на номенклатуру показателей качества и безопасности услуг;

– стандарты общих требований;

– стандарты общих технических условий;

– стандарты, устанавливающие требования к обслуживающему персоналу;

– стандарты на методы контроля (оценки) качества и безопасности

услуг.

При установлении в стандарте для группы однородных услуг в него, как правило, включают те же разделы, которые включают в аналогичные стандарты на продукцию, за исключением разделов: «Транспортирование и хранение» и «Указания по эксплуатации».

*Основополагающие стандарты* устанавливают общие организационно–методические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования (нормы и правила), обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость; техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции; охрану окружающей среды; безопасность здоровья людей и имущества и другие общетехнические требования, обеспечивающие интересы национальной экономики и безопасности.

*Стандарты на термины и определения* устанавливают наименование и содержание понятий, используемых в стандартизации и смежных видах деятельности.

Для стандарта на термины и определения установлена следующая структура:

1) Наименование стандарта;

2) Вводная часть;

3) Основная часть. В основной части стандарта могут быть выделены разделы и подразделы. Как правило, основная часть стандарта на термины и определения имеет раздел «Общие понятия». Далее разделы располагают в соответствии с системой понятий по видам, составным частям и элементам объекта стандартизации.

4) Алфавитный(ые) указатель(и) терминов, иноязычных эквивалентов терминов, буквенных обозначений;

5) Приложение(я);

6) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

*Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа* устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала.

Для каждого метода в зависимости от специфики его проведения излагают сущность метода, приводят общие требования и требования безопасности, а затем устанавливают:

– требования к условиям, при которых проводят контроль (испытания, измерения, анализ);

– требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также вспомогательным устройствам;

– порядок подготовки к проведению контроля;

– порядок проведения контроля;

– правила обработки результатов контроля;

– правила оформления результатов контроля;

– точность данного метода контроля.

*Стандарты организаций (СТО)*, в том числе коммерческих, общественных, научных, саморегулируемых организаций, объединений юридических лиц могут разрабатываться и утверждаться ими самостоятельно, исходя из необходимости применения этих стандартов, для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний) измерений и разработок. В СТО не должны устанавливаться требования, параметры, характеристики и другие показатели, противоречащие национальным стандартам.

В СТО в общем случае включают следующие элементы:

1) Титульный лист.

2) Предисловие.

3) Содержание.

4) Введение.

5) Наименование.

6) Область применения.

7) Нормативные ссылки.

8) Термины и определения.

9) Обозначения и сокращения.

10) Основные нормативные положения:

– технические требования;

– требования к сырью;

– упаковка

– правила приемки;

– методы анализа;

– транспортирование и хранение.

11) Приложения.

12) Библиография.

13) Библиографические данные.

**Порядок выполнения работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Ознакомиться с содержанием предложенного нормативного документа.
3. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа.
4. Сделать вывод, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.

**Ход работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Организовать рабочие группы численностью не более 4 человек.
3. Ознакомиться с содержанием предложенного нормативного документа.
4. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.
5. Дать определения следующим понятиям:
  - национальный стандарт;
  - стандарты на продукцию;
  - стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
  - стандарты на услуги;
  - стандарты на термины и определения;
  - стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа);
  - стандарты организаций.
6. Сделать вывод, указав все проанализированные данные в следующем виде:  
Вид документа – ...  
Назначение документа – ...  
Дата введения в действие – ...  
Структурные элементы и их назначение: ...

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.

## Тема 2.3. Средства измерений и их характеристики

### Практическая работа № 3 Выбор средств измерения и контроля

**Цель работы:** 1) освоить методику подбора средств измерений и контроля;  
2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

- 1 Подобрать средство измерения и контроля.
- 2 Сделать вывод.

**Краткие теоретические сведения:**

Предварительно определяются наибольшее и наименьшее предельное значение, допуск, основная абсолютная погрешность, нижний и верхний предел рабочей части шкалы, основная относительная и приведенная погрешности средства измерения.

Допуск измерения параметра определяется по формуле:

$$D = D_{\max} - D_{\min}$$

где  $D_{\max}$  – наибольшее предельное значение;

$D_{\min}$  – наименьшее предельное значение.

Основная абсолютная погрешность определяется, исходя из условия:

$$\Delta < 0,33D,$$

где  $\Delta$  – основная абсолютная погрешность;

$D$  – допуск измерения параметра согласно нормативным документам.

Основная относительная погрешность средств измерений определяется, исходя из условия:

$$\delta = \frac{\Delta}{X},$$

где  $X$  – значение показание средства измерения.

Основная приведенная погрешности определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%,$$

где  $X_N$  – нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы измерительного прибора и определяется по его градуировке:

– если шкала прибора односторонняя, то есть нижний предел измерений равен нулю, то  $X_N$  определяется равным верхнему пределу измерений;

– если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора.

По приведенной погрешности (по классу точности) приборы делятся на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Класс точности прибора указывается на шкале прибора. Если на шкале такого обозначения нет, то данный прибор внеклассный, то есть его приведенная погрешность превышает 4%.

### Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить пределы измерения и класс точности средств измерений и контроля.
3. Сделать вывод.

### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить пределы измерения и класс точности согласно варианту, указанному в таблице 1:

– амперметром со шкалой (0...50) А измерены значения тока;

– вольтметром класса точности со шкалой (0...100) В измерены значение напряжений;

– цифровым омметром со шкалой (0...10) Ом измерены значения сопротивления.

Таблица 1 – Варианты заданий

№ варианта	Значение тока, А	Значение напряжений, В	№ варианта
1	$27 \pm 2,7$ В	$50 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$1,6 \pm 0,2$ кН
2	$30 \pm 2,6$ В	$41 \pm 4$ м <sup>2</sup> /с	$1,2 \pm 0,2$ кН
3	$33 \pm 3,5$ В	$50 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$1,4 \pm 0,2$ кН
4	$26 \pm 3,5$ В	$48 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$1,1 \pm 0,2$ кН
5	$21 \pm 1,5$ В	$46 \pm 1$ м <sup>2</sup> /с	$1,3 \pm 0,2$ кН
6	$33 \pm 2,4$ В	$51 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$2,6 \pm 0,2$ кН
7	$24 \pm 1,9$ В	$54 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$3,6 \pm 0,2$ кН
8	$23 \pm 1,5$ В	$29 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$2,1 \pm 0,2$ кН
9	$27 \pm 3,5$ В	$31 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$2,2 \pm 0,2$ кН
10	$45 \pm 1,5$ В	$50 \pm 1$ м <sup>2</sup> /с	$2,3 \pm 0,2$ кН
11	$21 \pm 1,6$ В	$49 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$2,9 \pm 0,2$ кН
12	$31 \pm 1,2$ В	$47 \pm 4$ м <sup>2</sup> /с	$4,6 \pm 0,2$ кН
13	$28 \pm 1,9$ В	$33 \pm 1$ м <sup>2</sup> /с	$2,7 \pm 0,2$ кН
14	$23 \pm 2,7$ В	$34 \pm 6$ м <sup>2</sup> /с	$2,8 \pm 0,2$ кН
15	$24 \pm 2,6$ В	$28 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$1,5 \pm 0,2$ кН
16	$25 \pm 1,7$ В	$24 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$1,7 \pm 0,2$ кН
17	$21 \pm 3,3$ В	$50 \pm 4$ м <sup>2</sup> /с	$1,9 \pm 0,2$ кН
18	$22 \pm 1,8$ В	$35 \pm 4$ м <sup>2</sup> /с	$3,1 \pm 0,2$ кН
19	$34 \pm 2,1$ В	$41 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$3,2 \pm 0,2$ кН
20	$23 \pm 1,6$ В	$47 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$3,3 \pm 0,2$ кН
21	$22 \pm 1,3$ В	$38 \pm 3$ м <sup>2</sup> /с	$2,5 \pm 0,2$ кН
22	$27 \pm 3,1$ В	$51 \pm 4$ м <sup>2</sup> /с	$4,6 \pm 0,2$ кН
23	$45 \pm 1,1$ В	$55 \pm 2$ м <sup>2</sup> /с	$4,1 \pm 0,2$ кН

24	$23 \pm 2,2 \text{ В}$	$37 \pm 3 \text{ м}^2/\text{с}$	$4,2 \pm 0,2 \text{ кН}$
25	$27 \pm 2,3 \text{ В}$	$33 \pm 4 \text{ м}^2/\text{с}$	$4,3 \pm 0,2 \text{ кН}$
26	$23 \pm 1,7 \text{ В}$	$34 \pm 3 \text{ м}^2/\text{с}$	$4,4 \pm 0,2 \text{ кН}$
27	$29 \pm 2,9 \text{ В}$	$44 \pm 4 \text{ м}^2/\text{с}$	$3,8 \pm 0,2 \text{ кН}$
28	$33 \pm 3,3 \text{ В}$	$44 \pm 2 \text{ м}^2/\text{с}$	$3,7 \pm 0,2 \text{ кН}$
29	$27 \pm 3,1 \text{ В}$	$49 \pm 3 \text{ м}^2/\text{с}$	$5,0 \pm 0,2 \text{ кН}$
30	$21 \pm 1,8 \text{ В}$	$53 \pm 2 \text{ м}^2/\text{с}$	$5,6 \pm 0,2 \text{ кН}$

Необходимо найти наибольшее и наименьшее предельное значение, допуск, основную абсолютную погрешность, нижний и верхний предел рабочей части шкалы, основную относительную и приведенную погрешности средства измерения. По найденному значению приведенной погрешности необходимо определить класс точности средства измерения и контроля.

3. Выводом к работе является описание характеристик выбранного средства измерения и контроля.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.



## Тема 2.3. Средства измерений и их характеристики

### Практическая работа № 4

#### Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса точности

**Цель работы:** 1) освоить методику вычисления погрешность показаний средств измерений, зная класс точности;  
2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- $У_1$ . оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- $У_3$ . применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

- 1 Вычислить погрешность показаний средств измерений, зная класс точности.
- 2 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

Класс точности средств измерений – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

По приведенной погрешности (по классу точности) приборы делятся на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Приборы класса точности 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 применяются для точных лабораторных измерений и называются прецизионными. В технике применяются приборы классов 1,0; 1,5; 2,5 и 4,0 (технические).

Класс точности прибора указывается на шкале прибора. Если на шкале такого обозначения нет, то данный прибор внеклассный, то есть его приведенная погрешность превышает 4%. Производитель, выпускающий прибор, гарантирует относительную погрешность измерения данным прибором, равную классу точности (приведенной погрешности) прибора при измерении величины, дающей отброс указателя на всю шкалу.

Средствам измерений с двумя или более диапазонами измерений одной и той же физической величины допускается присваивать два или более класса точности. Средствам измерений, предназначенным для измерений двух или более физических величин, допускается присваивать различные классы точности для каждой измеряемой величины. С целью ограничения номенклатуры средств измерений по точности для СИ конкретного вида устанавливают ограниченное число классов точности, определяемое технико-экономическими обоснованиями.

Общие требования к классам точности установлены национальным стандартом ГОСТ 8.401.

Обозначение класса точности средства измерения указывается в технической документации на средство измерения со ссылкой на стандарт или техническое условие (стандарт предприятия), а также дублируется на следующих частях на средства измерения:

- на отсчетном устройстве;
- на корпусе;
- на щитке;
- или других местах удобных для нанесения и чтения.



Цифра класса точности без условных обозначений указывает, что показанное значение измеряемой величины средством измерения не будет отличаться не более, чем соответствующие число процентов от верхнего предела диапазона измерений.

Обозначения классов точности приведены в таблице 1.

**Порядок выполнения работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить погрешность показаний средств измерений, зная класс точности.
3. Ответить на вопросы, характеризующие погрешности и класс точности средств измерений.
4. Сделать вывод.

Таблица 1 – Обозначения классов точности

Формула выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности		Примечание
		в документации	на средствах измерений	
$\Delta = \pm a$	–	Класс точности М	М	–
$\Delta = \pm(a + bx)$	–	Класс точности С	С	–
$\gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N}$	$\gamma = \pm 1,5$	Класс точности 1,5	1,5	если $X_N$ выражено в единицах величины
$\gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N}$	$\gamma = \pm 0,5$	Класс точности 0,5		если $X_N$ принято равным длине шкалы (ее части)
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5		–
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\sigma_n = \pm(0,01 + 0,02 \left( \left  \frac{X_k}{X} \right  \right) - 1)$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	–

Примечания:

$\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности;  $X$  – значение измеряемой величины или число делений, отсчитанных по шкале;  $X_N$  – нормирующее значение;  $a, b$  – положительные числа не зависящие от  $X$ ;  $X_k$  – больший по модулю предел измерений.

Числовые значения класса точности показывают отклонения в процентах.

Галочка под числом – средства измерения данного типа имеет существенно неравномерную шкалу.

**Ход работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить погрешность показаний средств измерений и его показания, зная класс точности, согласно варианту, указанному в таблице 2.
3. Ответить на вопросы, характеризующие погрешности и Класс точности средств измерений:
  - класс точности;
  - обозначение класса точности;
  - взаимосвязь класса точности и погрешности средств измерений.
4. Выводом к работе является определение показания прибора с учетом найденной погрешности.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.

Таблица 2 – Варианты заданий

№ вариант а	Показание прибора контроля температуры, предел измерения и класс точности, указанный в окружности	Показание прибора контроля температуры, предел измерения и класс точности	Показание прибора контроля давления, предел измерения и класс точности
1	123,5 °С; 200 °С; 0,5	55 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	120 МПа; 200 МПа; 0,05
2	122,5 °С; 200 °С; 0,2	–55 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	101 МПа; 200 МПа; 0,1
3	121,5 °С; 200 °С; 0,5	50 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	131 МПа; 200 МПа; 0,05
4	120,5 °С; 200 °С; 0,2	–50 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	140 МПа; 200 МПа; 1,0
5	119,5 °С; 200 °С; 0,5	45 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	105 МПа; 200 МПа; 0,2
6	118,5 °С; 200 °С; 0,2	–45 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	107 МПа; 200 МПа; 1,5
7	117,5 °С; 200 °С; 0,5	40 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	125 МПа; 200 МПа; 2,5
8	124,5 °С; 200 °С; 0,2	–40 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	140 МПа; 200 МПа; 0,2
9	125,5 °С; 200 °С; 0,5	35 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	163 МПа; 200 МПа; 0,05
10	127,5 °С; 200 °С; 0,2	–35 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	108 МПа; 200 МПа; 0,5
11	126,5 °С; 200 °С; 0,5	25 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	124 МПа; 200 МПа; 1,5
12	128,5 °С; 200 °С; 0,2	–25 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	103 МПа; 200 МПа; 0,1
13	129,5 °С; 200 °С; 0,5	30 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	143 МПа; 200 МПа; 0,2
14	130,5 °С; 200 °С; 0,2	–30 °С; –50...0...50 °С; 0,02/0,01	133 МПа; 200 МПа; 1,5
15	131,5 °С; 200 °С; 0,5	20 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	122 МПа; 200 МПа; 0,05
16	132,5 °С; 200 °С; 0,2	–20 °С; –50...0...50 °С; 0,02/0,01	148 МПа; 200 МПа; 0,1
17	111,5 °С; 200 °С; 0,5	15 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	139 МПа; 200 МПа; 0,2
18	112,5 °С; 200 °С; 0,2	–15 °С; –50...0...50 °С; 0,02/0,01	117 МПа; 200 МПа; 0,1
19	115,5 °С; 200 °С; 0,5	10 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	147 МПа; 200 МПа; 0,5
20	114,5 °С; 200 °С; 0,2	–10 °С; –50...0...50 °С; 0,02/0,01	90 МПа; 200 МПа; 0,1
21	113,5 °С; 200 °С; 0,5	5 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	99 МПа; 200 МПа; 0,5
22	133,5 °С; 200 °С; 0,2	–5 °С; –50...0...50 °С; 0,02/0,01	151 МПа; 200 МПа; 0,2
23	134,5 °С; 200 °С; 0,5	65 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	152 МПа; 200 МПа; 0,05
24	109,5 °С; 200 °С; 0,2	–65 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	146 МПа; 200 МПа; 1,5
25	108,5 °С; 200 °С; 0,5	70 °С; –200...0...200 °С; 0,02/0,01	147 МПа; 200 МПа; 0,05
26	105,5 °С; 200 °С; 0,2	–70 °С; –100...0...100 °С; 0,02/0,01	159 МПа; 200 МПа; 0,2
27	104,5 °С; 200 °С; 0,5	75 °С;	123 МПа; 200 МПа;

		-100...0...100 °C; 0,02/0,01	0,05
28	102,5 °C; 200 °C; 0,2	-75 °C; -200...0...200 °C; 0,02/0,01	171 МПа; 200 МПа; 0,5
29	103,5 °C; 200 °C; 0,5	80 °C; -100...0...100 °C; 0,02/0,01	164 МПа; 200 МПа; 0,05
30	101,5 °C; 200 °C; 0,2	-80 °C; -200...0...200 °C; 0,02/0,01	152 МПа; 200 МПа; 0,1

### **Тема 3.1. Основные понятие и определения в области качества продукции**

#### **Практическая работа № 5**

#### **Изучение и анализ документов системы менеджмента качества**

**Цель работы:** 1) ознакомиться со структурой и содержанием национального стандарта МС ISO 9001–2015;

2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У<sub>2</sub>. применять документацию систем качества;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### **Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### **Задание:**

1 Изучить содержание и структуру международного стандарта МС ISO 9001–2015, стандарта организации.

2 Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру международного стандарта МС ISO 9001–2015.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится со стандартом ISO 9001–2015.
2. Зарисовать представление элементов одиночного процесса.
3. Описать цикл PDCA, зарисовать модель системы менеджмента качества.
4. Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру международного стандарта МС ISO 9001–2015.
5. Познакомиться со стандартом организации.
6. Сделать вывод.

#### **Ход работы:**

1. Ознакомится с международным стандартом МС ISO 9001–2015.
2. Зарисовать представление элементов одиночного процесса.
3. Описать цикл PDCA, зарисовать модель системы менеджмента качества.
4. Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру международного стандарта МС ISO 9001–2015.
5. Проанализировать стандарт организации, указав данные в следующем виде:  
Назначение документа – ...  
Дата введения в действие – ...  
Структурные элементы и их назначение: ...
6. Выводом к работе является определение термина система менеджмента качества, а также указание области применения международного стандарта МС ISO 9001–2015.

#### **Форма представления результата:**

## Отчет о проделанной работе

### **Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.



## Тема 4.1. Взаимозаменяемость и ее роль в повышении качества продукции

### Практическая работа № 6 Расчет и построение допусков и посадок соединений

**Цель работы:** 1) освоить методику вычисления допусков и посадок;  
2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- $У_1$ . оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- $У_3$ . применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

- 1 Вычислить допуски и посадки.
- 2 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.п.) в выбранных единицах измерения.

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер.

Наибольший предельный размер – наибольший допустимый размер элемента (рис. 1).

Наименьший предельный размер – наименьший допустимый размер элемента (рис.1).

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются отклонения (рис. 1 и 2).

Отклонение – алгебраическая разность между размером (действительным или предельным размером) и соответствующим номинальным размером.

Обозначения отклонений, их определения и формулы приведены в таблице 1.

Действительное отклонение — алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальным размерами.

Предельное отклонение — алгебраическая разность между предельным и соответствующим номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Одно из двух предельных отклонений называется верхним, другое – нижним.

Верхнее отклонение  $ES$ ,  $es$  – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами (рис. 2).

$ES$  – верхнее отклонение отверстия;  $es$  – верхнее отклонение вала.

Нижнее отклонение  $EI$ ,  $ei$  – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами (рис. 2).

$EI$  – нижнее отклонение отверстия;  $ei$  – нижнее отклонение вала.

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В данной системе допусков и посадок основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз (рис. 2).

Допуск  $T$  – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями (рис. 2).

Допуск – это абсолютная величина без знака. Допуск характеризует точность изготовления детали. Чем меньше допуск, тем труднее обрабатывать деталь, так как повышаются требования к точности станка, инструмента, приспособлений, квалификации рабочего. Неоправданно большие допуски снижают надежность и качество работы изделия.

Стандартный допуск  $IT$  – любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рис. 2).

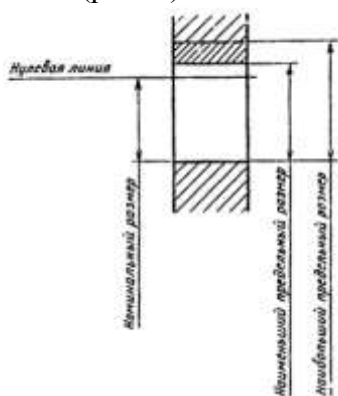


Рисунок 1 – Размер детали

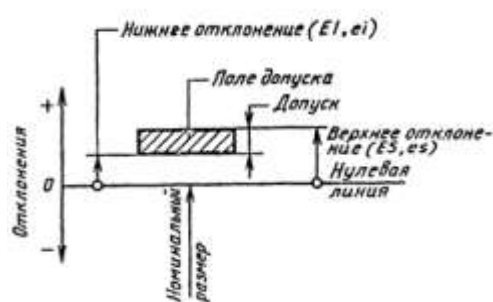


Рисунок 2 – Изображение на чертежах размеров деталей

Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Таблица 1 – Предельные отклонения и допуск размера

Условное обозначение, наименование и определение	Расчетные формулы
$D$ ( $d$ ) – номинальный размер отверстия (вала) – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений	–

ES (es) – верхнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наибольшим предельным $D_{\max}$ ( $d_{\max}$ ) и номинальным размерами отверстия (вала)	$ES = D_{\max} - D$ ( $es = d_{\max} - d$ )
EI (ei) – нижнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наименьшим предельным $D_{\min}$ ( $d_{\min}$ ) и номинальным размерами отверстия (вала)	$EI = D_{\min} - D$ ( $ei = d_{\min} - d$ )
TD (Td)–допуск размера отверстия (вала)– разность между наибольшим $D_{\max}$ ( $d_{\max}$ ) и наименьшим $D_{\min}$ ( $d_{\min}$ ) предельными размерами отверстия (вала) или абсолютная величина алгебраической разности между верхним ES (es) и нижним EI (ei) отклонениями отверстия (вала)	$TD = D_{\max} - D_{\min}$ ( $Td = d_{\max} - d_{\min}$ ) или $TD = ES - EI$ ( $Td = es - ei$ )

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.

Единица допуска  $i$ ,  $I$  – множитель в формулах допусков, являющийся функцией номинального размера и служащий для определения числового значения допуска.

Примечание.  $i$  – единица допуска для номинальных размеров до 500 мм,  $I$  – единица допуска для номинальных размеров св. 500 мм.

Допуски в квалитетах определяются формулой (1):

$$IT_q = ai, \quad (1)$$

где  $q$  – номер квалитета;

$a$  – безразмерный коэффициент, установленный для каждого квалитета (таблица 2);

$i$  – единица допуска, мкм, определяемый по формулам (2), (3):

$$i = 0,45\sqrt[3]{D_c} + 0,001D_c, \quad (2)$$

$$I = 0,004D_c + 2,1, \quad (3)$$

где  $D_c$  – среднее геометрическое граничных значений интервала номинальных размеров (таблица 3),  $D_c = \sqrt{(D_{\min} D_{\max})}$

Таблица 2 – Расчетные формулы допусков квалитетов от 5 до 17

Номер квалитета	Допуск		Число единиц допуска	Методы финишной обработки деталей
	Обозначение	Расчетная формула		
5	IT5	$7i$	7	Притирка и доводка, тонкое (прецизионное) шлифование, суперфиниширование (две операции), полирование тонкое
6	IT6	$10i$	10	Притирка и доводка, тонкое (алмазное) обтачивание и растачивание, чистовое протягивание, чистовое шлифование, калибрование отверстий шариком, обкатывание и раскатывание роликами или шариками, хонингование
7	IT7	$16i$	16	Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое протягивание, развертывание двумя развертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой
8	IT8	$25i$	25	Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной-двумя развертками, шлифование, хонингование, обкатывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение

9	IT9	40 i	40	Шлифование, фрезерование, развертывание, обтачивание и растачивание, протягивание
10	IT10	64 i	64	Шлифование, обтачивание и растачивание, зенкерование и развертывание, сверление по кондуктору, чистовое строгание и фрезерование, точное литье под давлением, точное прессование деталей из пластмасс
11	IT11	100i	100	Чистовое строгание, чистовое фрезерование, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, холодная штамповка, зенкерование, Точение и обтачивание
12 13	IT 12 IT13	160i 250i	160 250	Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холодная штамповка в вырубных штампах, рассверливание
14 15	IT14 IT15	400i 640i	400 640	Черновое обтачивание, растачивание, фрезерование и долбление, литье в песчаные формы и в кокиль, литье под давлением, горячаяковка в штампах
16 17	IT16 IT17	1000i 1600i	1000 1600	Грубое обтачивание и растачивание, автоматическая газовая резка, сварка, литье в песчаные формы, горячаяковка в штампах, черновое обтачивание

Таблица 3 – Интервалы номинальных размеров, в мм

Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные	
Св. До		Св.	До	Св.	До	Св. До		Св.	До	Св.	До
—	3	—	—	180	250	180	200	125	1 600	1250	1 400
3	6	—	—			200	225			0	1400
6	10	—	—			225	250	160	2 000	1600	1 800
10	18	10	14	250	315	250	280			0	1800
		14	18			280	315	200	2 500	2000	2 240
18	30	18	24	315	400	315	355			0	2240
		24	30			355	400	250	3 150	2500	2 800
30	50	30	40	400	500	400	450			0	2800
		40	50			450	500	315	4 000	3150	3 550
50	80	50	65	500	630	500	560			0	3550
		65	80			560	630	400	5 000	4000	4 500
80	120	80	100	630	800	630	710				
		100	120			710	800	500	6 300	5000	5 600
120	180	120	140	800	1000	800	900			0	5600
		140	160			900	1000	630	8 000	6300	7 100
		160	180	1000	1250	1000	1120			0	7100
						0	1120	1250	800	10 000	8000
							0	9000			10 000

В таблице 4 приведены квалитеты точности вала и отверстия в зависимости от интервалов номинальных размеров.

Таблица 4 – Допуски квалитетов

Квалитет по ЕСДП	Интервалы номинальных размеров, мм									
	Св. 0,3 до 0,6	Св. 0,6 до 1	Св. 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120
4	3	3	3	4	4	5	6	7	8	10
–	1,8	2								
5	4	4	4	5	6	8	9	11	13	15
–	4	5								
	2,5	3								
6	6	6	6	8	9	11	13	16	19	22
–	6	7	6	8	10	12	14	17	20	23
	4	5	6	8	9	11	13	15	18	21
7	10	10	10	12	15	18	21	25	30	35
–	10	12	9							
	6	7	10	13	16	19	23	27		
8	14	14	14	18	22	27	33	39	46	54
–	10	12								
9	25	25	25	30	36	43	52	62	74	87
–	15	18	20	25	30	35	45	50	60	70
10	40	40	40	48	58	70	84	100	120	140
–	25	30								
11	60	60	60	75	90	110	130	160	190	220
–	40	45	60	80	100	120	140	170	200	230
12	100	100	100	120	150	180	210	250	300	350
–	60	70	120	160	200	240	280	340	400	460
13	140	140	140	180	220	270	330	390	460	540
14	250	250	250	300	360	430	520	620	740	870
–	140	160								

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Номинальный размер посадки – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Зазор – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала (рис. 3).

Натяг – разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (рис. 4).

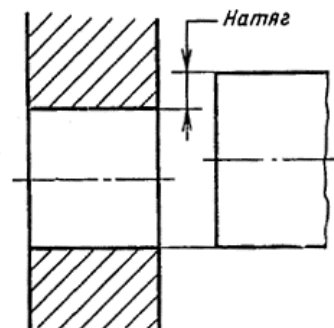
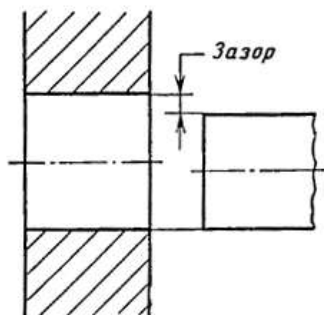


Рисунок 3 – Изображение зазора

Рисунок 4 – Изображение натяга

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. 5).

Посадка с натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (рис. 6).

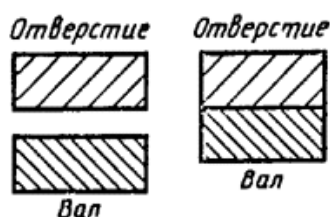


Рисунок 5 – Изображение посадки с зазором

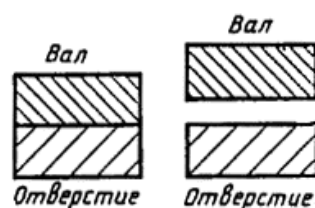


Рисунок 6 – Изображение посадки с натягом

Зазоры и натяги рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 5.  
Таблица 5 – Предельные зазоры (натяги), посадки и допуск посадки

Наименование, условное обозначение и определение	Расчетная
Наибольший зазор $S_{max}$ – разность между наибольшим предельным размером отверстия $D_{max}$ и наименьшим предельным размером вала $d_{min}$ или алгебраическая разность между верхним отклонением отверстия $ES$ и нижним отклонением вала $ei$	$S_{max} = D_{max} - d_{min}$ или $S_{max} = ES - ei$
Наименьший зазор $S_{min}$ – разность между наименьшим предельным размером отверстия $D_{min}$ и наибольшим предельным размером вала $d_{max}$ или алгебраическая разность между нижним отклонением отверстия $EI$ и верхним отклонением вала $es$	$S_{min} = D_{min} - d_{max}$ или $S_{min} = EI - es$
Наибольший натяг $N_{max}$ – разность между наибольшим предельным размером вала $d_{max}$ и наименьшим предельным размером отверстия $D_{min}$ или алгебраическая разность между верхним отклонением вала $es$ и нижним отклонением отверстия $EI$	$N_{max} = d_{max} - D_{min}$ или $N_{max} = es - EI$
Наименьший натяг $N_{min}$ – разность между наименьшим предельным размером вала $d_{min}$ и наибольшим предельным размером отверстия $D_{max}$ или алгебраическая разность между нижним отклонением вала $ei$ и верхним отклонением отверстия $ES$	$N_{min} = d_{min} - D_{max}$ или $N_{min} = ei - ES$

Средний зазор $S_c$ (натяг $N_c$ ) – среднее арифметическое между наибольшим $S_{max}$ ( $N_{max}$ ) и наименьшим $S_{min}$ ( $N_{min}$ ) зазорами (натягами)	$S_c = 0,5(S_{max} + S_{min})$ $N_c = 0,5(N_{max} + N_{min})$
Допуск посадки с зазором $TS$ (с натягом $TN$ ) – разность между наибольшим зазором $S_{max}$ ( $N_{max}$ ) и наименьшим зазором $S_{min}$ ( $N_{min}$ ) или сумма допусков отверстия $TD$ и вала $Td$	$TS = S_{max} - S_{min}$ $TN = N_{max} - N_{min}$ или $TS = TD + Td$

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.

Наименьший зазор – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала в посадке с зазором.

Наибольший зазор – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала в посадке с зазором или в переходной посадке.

#### Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Рассчитать допуски и посадки.
3. Изобразить схему поля допуска.
4. Сделать вывод.

#### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить годность вала согласно варианту, указанному в таблице 1.
3. Изобразить схему расположения поля допуска вала согласно варианту, указанному в таблице 2, и вычислить допуск на его изготовление.
4. Определить предельные размеры и допуск отверстия и вала, согласно варианту, указанному в таблице 3.
5. Определить допуск вала 7-го качества, если его номинальный размер, указан в таблице 4.
6. Определить качество точности вала по известному допуску, согласно варианту, указанному в таблице 5. Предложить операции обработки для получения качеств.
7. Определить допуск вала и отверстия согласно варианту, указанному в таблице 6.
8. Дать характеристику основным понятиям, характеризующим допуски и посадки.
9. Выводом к работе является значения, полученные в ходе произведенных расчетов.

#### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

#### Критерии оценки:

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.

Таблица 1 – Размеры вала

<p style="text-align: center;">Вариант 1.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 2.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>
<p style="text-align: center;">Вариант 3.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,029}^{-0,016}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 4.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,029}^{-0,015}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>
<p style="text-align: center;">Вариант 5.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,033}^{-0,025}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 6.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,033}^{-0,023}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>
<p style="text-align: center;">Вариант 7.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,027}^{-0,016}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 8.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,027}^{-0,017}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>
<p style="text-align: center;">Вариант 9.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,035}^{-0,028}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 10.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,035}^{-0,029}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>



<p>Вариант 11.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,024}^{-0,019}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,978 мм.</p>	<p>Вариант 12.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,979 мм.</p>
<p>Вариант 13.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,035}^{-0,033}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.</p>	<p>Вариант 14.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,035}^{-0,031}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.</p>
<p>Вариант 15.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,024}^{-0,019}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p>Вариант 16.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>
<p>Вариант 17.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,037}^{-0,035}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.</p>	<p>Вариант 18.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,039}^{-0,033}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.</p>
<p>Вариант 19.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,024}^{-0,011}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго</p>	<p>Вариант 20.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,021}^{-0,016}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер</p>

вала = 9,975 мм.	второго вала = 9,973 мм.
<p>Вариант 21.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,043}^{-0,039}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.</p>	<p>Вариант 22.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,039}^{-0,032}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.</p>
<p>Вариант 23.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,024}^{-0,012}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.</p>	<p>Вариант 24.</p> <p>На чертеже задан вал <math>\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}</math> мм.</p> <p>После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.</p>

Таблица 2 – Размер вала

<p>Вариант 1.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,013}^{+0,013}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,034}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10^{+0,019}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}</math> мм.</p>	<p>Вариант 2.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,027}^{-0,016}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,017}^{+0,017}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,037}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10^{+0,011}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{+0,021}^{+0,014}</math> мм.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{+0,028}^{+0,015}</math> мм.</p>
<p>Вариант 3.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,024}^{-0,011}</math> мм.</p>	<p>Вариант 4.</p> <p>Вал <math>\varnothing 10_{-0,027}^{-0,017}</math> мм.</p>

Вал $\varnothing 10_{-0,012}^{+0,012}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,018}^{+0,018}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,033}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,017}^{+0,017}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,018}^{+0,008}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,024}^{+0,018}$ мм.
Вариант 5.	Вариант 6.
Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,021}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,027}^{-0,017}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,012}^{+0,012}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,018}^{+0,018}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,033}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,039}^{+0,039}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,007}^{+0,007}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,004}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,014}$ мм.
Вариант 7.	Вариант 8.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,018}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,019}^{+0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,015}^{+0,015}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,023}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,039}^{+0,039}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,042}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,025}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.
Вариант 9.	Вариант 10.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,005}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,021}$ мм.

Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{+0,029}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,014}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,07}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,049}^{+0,049}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,039}^{+0,039}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,028}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.
Вариант 11.	Вариант 12.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,09}^{+0,09}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,04}^{+0,04}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,025}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,017}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,004}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.
Вариант 13.	Вариант 14.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,011}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,019}^{+0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,14}^{+0,14}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,023}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,025}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,017}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,027}^{+0,027}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,015}^{+0,004}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,021}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.
Вариант 15.	Вариант 16.
Вал $\varnothing 10_{-0,034}^{-0,028}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,018}$ мм.

Вал $\varnothing 10_{-0,017}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{+0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,019}^{+0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,009}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,033}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,017}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.
Вариант 17.	Вариант 18.
Вал $\varnothing 10_{-0,012}^{-0,007}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,022}^{+0,022}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,03}^{+0,03}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,009}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.
Вариант 19.	Вариант 20.
Вал $\varnothing 10_{-0,033}^{-0,028}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,021}^{+0,021}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,02}^{+0,02}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,019}^{+0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.
Вариант 21.	Вариант 22.

Вал $\varnothing 10_{-0,020}^{-0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,009}^{+0,009}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,04}^{+0,04}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,015}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,012}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,019}^{+0,019}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,037}^{+0,027}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,013}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,021}$ мм.
Вариант 23.	Вариант 24.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,024}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,008}^{+0,008}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{+0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,005}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,011}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,025}^{+0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,036}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.

Таблица 3 – Размеры отверстия и вала

Вариант 1.	Вариант 2.
Посадка с зазором $\varnothing 48_{-0,016}^{+0,064}$ $\frac{+0,025}{-0,016}$	Посадка с зазором $\varnothing 48_{-0,016}^{+0,063}$ $\frac{+0,024}{-0,016}$
Посадка с зазором $\varnothing 49_{-0,017}^{+0,063}$ $\frac{+0,026}{-0,017}$	Посадка с зазором $\varnothing 49_{-0,014}^{+0,066}$ $\frac{+0,026}{-0,014}$
Вариант 3.	Вариант 4.
Посадка с зазором $\varnothing 48_{-0,015}^{+0,065}$ $\frac{+0,025}{-0,015}$	Посадка с зазором $\varnothing 48_{-0,016}^{+0,063}$ $\frac{+0,020}{-0,016}$

Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{matrix}$	Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{matrix}$
Вариант 5. Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,027 \\ -0,017 \end{matrix}$	Вариант 6. Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,032 \\ -0,017 \end{matrix}$
Вариант 7. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,024 \\ -0,013 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,067 \\ +0,025 \\ -0,021 \end{matrix}$	Вариант 8. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,022 \\ -0,019 \end{matrix}$
Вариант 9. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,026 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,018 \end{matrix}$	Вариант 10. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,023 \\ -0,018 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{matrix}$
Вариант 11. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,034 \\ -0,018 \end{matrix}$	Вариант 12. Посадка с зазором $\varnothing 47 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,068 \\ +0,024 \\ -0,016 \end{matrix}$
Вариант 13. Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,068 \\ +0,026 \\ -0,019 \end{matrix}$	Вариант 14. Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,021 \end{matrix}$
Вариант 15. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,026 \\ -0,014 \end{matrix}$	Вариант 16. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{matrix}$

Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,023 \end{matrix}$	Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,019 \end{matrix}$
Вариант 17. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,028 \\ -0,017 \end{matrix}$	Вариант 18. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,069 \\ +0,025 \\ -0,017 \end{matrix}$
Вариант 19. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{matrix}$	Вариант 20. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,019 \end{matrix}$
Вариант 21. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,026 \\ -0,014 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,021 \end{matrix}$	Вариант 22. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,029 \\ -0,018 \end{matrix}$
Вариант 23. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,065 \\ +0,029 \\ -0,015 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,064 \\ +0,022 \\ -0,021 \end{matrix}$	Вариант 24. Посадка с зазором $\varnothing 49 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{matrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48 \begin{matrix} +0,064 \\ +0,027 \\ -0,018 \end{matrix}$

Таблица 3 – Размеры отверстия и вала

Вариант 1. Посадка с натягом $\varnothing 53 \begin{matrix} +0,030 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{matrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54 \begin{matrix} +0,033 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{matrix}$	Вариант 2. Посадка с натягом $\varnothing 53 \begin{matrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,052 \end{matrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54 \begin{matrix} +0,034 \\ +0,084 \\ +0,053 \end{matrix}$
--	--



Вариант 3.	Вариант 4.
Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,032 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,029 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$
Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,033 \\ +0,083 \\ \hline +0,054 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,083 \\ \hline +0,054 \end{array}$
Вариант 5.	Вариант 6.
Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,030 \\ +0,083 \\ \hline +0,052 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,083 \\ \hline +0,051 \end{array}$
Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,032 \\ +0,083 \\ \hline +0,055 \end{array}$
Вариант 7.	Вариант 8.
Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,083 \\ \hline +0,052 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,028 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$
Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,033 \\ +0,083 \\ \hline +0,054 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,030 \\ +0,083 \\ \hline +0,054 \end{array}$
Вариант 9.	Вариант 10.
Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,029 \\ +0,081 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{array}{r} +0,028 \\ +0,083 \\ \hline +0,051 \end{array}$
Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,084 \\ \hline +0,054 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{array}{r} +0,030 \\ +0,083 \\ \hline +0,059 \end{array}$
Вариант 11.	Вариант 12.
Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\begin{array}{r} +0,030 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\begin{array}{r} +0,031 \\ +0,083 \\ \hline +0,052 \end{array}$
Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\begin{array}{r} +0,033 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\begin{array}{r} +0,034 \\ +0,084 \\ \hline +0,053 \end{array}$
Вариант 13.	Вариант 14.
Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\begin{array}{r} +0,032 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$	Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\begin{array}{r} +0,029 \\ +0,083 \\ \hline +0,053 \end{array}$

Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,033}{+0,083}$ $\frac{+0,033}{+0,054}$	Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,031}{+0,083}$ $\frac{+0,031}{+0,054}$
Вариант 15. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,030}{+0,083}$ $\frac{+0,030}{+0,052}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,031}{+0,083}$ $\frac{+0,031}{+0,053}$	Вариант 16. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,031}{+0,083}$ $\frac{+0,031}{+0,051}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,032}{+0,083}$ $\frac{+0,032}{+0,055}$
Вариант 17. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,031}{+0,083}$ $\frac{+0,031}{+0,052}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,033}{+0,083}$ $\frac{+0,033}{+0,054}$	Вариант 18. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,028}{+0,083}$ $\frac{+0,028}{+0,053}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,030}{+0,083}$ $\frac{+0,030}{+0,054}$
Вариант 9. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,029}{+0,081}$ $\frac{+0,029}{+0,053}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,031}{+0,084}$ $\frac{+0,031}{+0,054}$	Вариант 10. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,028}{+0,083}$ $\frac{+0,028}{+0,051}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,030}{+0,083}$ $\frac{+0,030}{+0,059}$
Вариант 21. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\frac{+0,029}{+0,081}$ $\frac{+0,029}{+0,053}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\frac{+0,031}{+0,084}$ $\frac{+0,031}{+0,054}$	Вариант 22. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\frac{+0,029}{+0,083}$ $\frac{+0,029}{+0,055}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\frac{+0,031}{+0,084}$ $\frac{+0,031}{+0,054}$
Вариант 23. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,033}{+0,083}$ $\frac{+0,033}{+0,053}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,033}{+0,084}$ $\frac{+0,033}{+0,053}$	Вариант 24. Посадка с натягом $\varnothing 51$ $\frac{+0,030}{+0,083}$ $\frac{+0,030}{+0,055}$ Посадка с натягом $\varnothing 52$ $\frac{+0,035}{+0,084}$ $\frac{+0,035}{+0,055}$

Таблица 4 – Размер вала

Номер варианта	Размер вала
1	31 мм; 70 мм
2	32 мм; 69 мм
3	33 мм; 68 мм
4	34 мм; 67 мм
5	35 мм; 66 мм
6	36 мм; 65 мм
7	37 мм; 64 мм
8	38 мм; 63 мм
9	39 мм; 62 мм
10	40 мм; 61 мм
11	41 мм; 60 мм
12	42 мм; 59 мм
13	43 мм; 58 мм
14	44 мм; 57 мм
15	45 мм; 56 мм
16	46 мм; 55 мм
17	47 мм; 54 мм
18	48 мм; 53 мм
19	49 мм; 52 мм
20	50 мм; 51 мм

Таблица 5 – Размер вала и значение допуска

Номер варианта	Размер вала и значение допуска
1	31 мм, 25 мкм; 70 мм, 30 мкм
2	32 мм, 25 мкм; 69 мм, 30 мкм

3	33 мм, 25 мкм; 68 мм, 30 мкм
4	34 мм, 25 мкм; 67 мм, 30 мкм
5	35 мм, 25 мкм; 66 мм, 30 мкм
6	36 мм, 25 мкм; 65 мм, 30 мкм
7	37 мм, 25 мкм; 64 мм, 30 мкм
8	38 мм, 25 мкм; 63 мм, 30 мкм
9	39 мм, 25 мкм; 62 мм, 30 мкм
10	40 мм, 25 мкм; 61 мм, 30 мкм
11	41 мм, 25 мкм; 60 мм, 30 мкм
12	42 мм, 25 мкм; 59 мм, 30 мкм
13	43 мм, 25 мкм; 58 мм, 30 мкм
14	44 мм, 25 мкм; 57 мм, 30 мкм
15	45 мм, 25 мкм; 56 мм, 30 мкм
16	46 мм, 25 мкм; 55 мм, 30 мкм
17	47 мм, 25 мкм; 54 мм, 30 мкм
18	48 мм, 25 мкм; 53 мм, 30 мкм
19	49 мм, 25 мкм; 52 мм, 30 мкм
20	50 мм, 25 мкм; 51 мм, 30 мкм

Таблица 6 – Размеры соединения

<p>Вариант 1.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 32 \begin{matrix} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 31 \begin{matrix} +0,042 \\ +0,035 \\ -0,016 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 2.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 33 \begin{matrix} +0,063 \\ +0,052 \\ -0,007 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 32 \begin{matrix} +0,066 \\ +0,050 \\ -0,025 \end{matrix}</math></p>
Вариант 3.	Вариант 4.

Соединение Ø 34 $\begin{array}{r} +0,062 \\ +0,023 \\ -0,011 \end{array}$	Соединение Ø 36 $\begin{array}{r} +0,063 \\ +0,052 \\ -0,011 \end{array}$
Соединение Ø 35 $\begin{array}{r} +0,042 \\ +0,035 \\ -0,039 \end{array}$	Соединение Ø 37 $\begin{array}{r} +0,068 \\ +0,029 \\ -0,025 \end{array}$
Вариант 5.	Вариант 6.
Соединение Ø 38 $\begin{array}{r} +0,062 \\ +0,023 \\ -0,039 \end{array}$	Соединение Ø 40 $\begin{array}{r} +0,062 \\ +0,051 \\ -0,011 \end{array}$
Соединение Ø 39 $\begin{array}{r} +0,042 \\ +0,026 \\ -0,062 \end{array}$	Соединение Ø 41 $\begin{array}{r} +0,042 \\ +0,035 \\ -0,039 \end{array}$
Вариант 7.	Вариант 8.
Соединение Ø 42 $\begin{array}{r} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,011 \end{array}$	Соединение Ø 44 $\begin{array}{r} +0,063 \\ +0,052 \\ -0,011 \end{array}$
Соединение Ø 43 $\begin{array}{r} +0,042 \\ +0,026 \\ -0,016 \end{array}$	Соединение Ø 45 $\begin{array}{r} +0,066 \\ +0,050 \\ -0,039 \end{array}$
Вариант 9.	Вариант 10.
Соединение Ø 46 $\begin{array}{r} +0,050 \\ +0,025 \\ -0,025 \end{array}$	Соединение Ø 48 $\begin{array}{r} +0,067 \\ +0,042 \\ -0,007 \end{array}$
Соединение Ø 47 $\begin{array}{r} +0,058 \\ +0,042 \\ -0,039 \end{array}$	Соединение Ø 49 $\begin{array}{r} +0,066 \\ +0,027 \\ -0,062 \end{array}$
Вариант 11.	Вариант 12.
Соединение Ø 32 $\begin{array}{r} +0,064 \\ +0,039 \\ -0,011 \end{array}$	Соединение Ø 33 $\begin{array}{r} +0,021 \\ +0,010 \\ -0,016 \end{array}$
Соединение Ø 31 $\begin{array}{r} +0,021 \\ +0,014 \\ -0,025 \end{array}$	Соединение Ø 31 $\begin{array}{r} +0,027 \\ +0,011 \\ -0,039 \end{array}$
Вариант 13.	Вариант 14.
Соединение Ø 35 $\begin{array}{r} +0,050 \\ +0,034 \\ -0,025 \end{array}$	Соединение Ø 36 $\begin{array}{r} +0,063 \\ +0,038 \\ -0,007 \end{array}$
Соединение Ø 36 $\begin{array}{r} +0,058 \\ +0,047 \\ -0,039 \end{array}$	Соединение Ø 37 $\begin{array}{r} +0,075 \\ +0,036 \\ -0,025 \end{array}$

<p>Вариант 15.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 39</math> <math>\begin{matrix} +0,042 \\ +0,035 \\ -0,016 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 40</math> <math>\begin{matrix} +0,047 \\ +0,022 \\ -0,039 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 16.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 42</math> <math>\begin{matrix} +0,065 \\ +0,003 \\ -0,011 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 41</math> <math>\begin{matrix} +0,049 \\ +0,010 \\ -0,025 \end{matrix}</math></p>
<p>Вариант 17.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 42</math> <math>\begin{matrix} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,100 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 43</math> <math>\begin{matrix} +0,032 \\ +0,021 \\ -0,016 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 18.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 44</math> <math>\begin{matrix} +0,064 \\ +0,039 \\ -0,062 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 45</math> <math>\begin{matrix} +0,043 \\ +0,027 \\ -0,011 \end{matrix}</math></p>
<p>Вариант 19.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 46</math> <math>\begin{matrix} +0,052 \\ +0,027 \\ -0,025 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 47</math> <math>\begin{matrix} +0,058 \\ +0,042 \\ -0,016 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 20.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 48</math> <math>\begin{matrix} +0,059 \\ +0,048 \\ -0,039 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 49</math> <math>\begin{matrix} +0,067 \\ +0,042 \\ -0,062 \end{matrix}</math></p>
<p>Вариант 21.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 31</math> <math>\begin{matrix} +0,057 \\ +0,041 \\ -0,007 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 32</math> <math>\begin{matrix} +0,058 \\ +0,042 \\ -0,011 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 22.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 33</math> <math>\begin{matrix} +0,082 \\ +0,020 \\ -0,025 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 34</math> <math>\begin{matrix} +0,059 \\ +0,043 \\ -0,039 \end{matrix}</math></p>
<p>Вариант 23.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 35</math> <math>\begin{matrix} +0,086 \\ +0,024 \\ -0,100 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 36</math> <math>\begin{matrix} +0,072 \\ +0,033 \\ -0,039 \end{matrix}</math></p>	<p>Вариант 24.</p> <p>Соединение <math>\varnothing 37</math> <math>\begin{matrix} +0,160 \\ +0,060 \\ -0,025 \end{matrix}</math></p> <p>Соединение <math>\varnothing 38</math> <math>\begin{matrix} +0,058 \\ +0,042 \\ -0,007 \end{matrix}</math></p>

## Тема 4.1. Взаимозаменяемость и ее роль в повышении качества продукции

### Практическая работа № 7

#### Обозначение шероховатости поверхности на чертежах

**Цель работы:** 1) изучение правил обозначения шероховатости на чертежах;  
2) получение навыков чтения чертежей, содержащих обозначение параметров шероховатости.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

- 1 Изучить правила обозначения шероховатости на чертежах.
- 2 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

Параметры шероховатости

Шероховатость поверхности – совокупность микронеровностей с относительно малым шагом в пределах базовой длины. (ГОСТ 25142)

Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей ГОСТ 2789 устанавливает шесть параметров: три высотных ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ), два шаговых ( $S$ ,  $S_m$ ) и параметр относительной опорной длины профиля ( $r_p$ ), где

$R_a$  - среднее арифметическое отклонение профиля;

$R_z$  - высота неровностей по десяти точкам;

$R_{max}$  - наибольшая высота профиля;

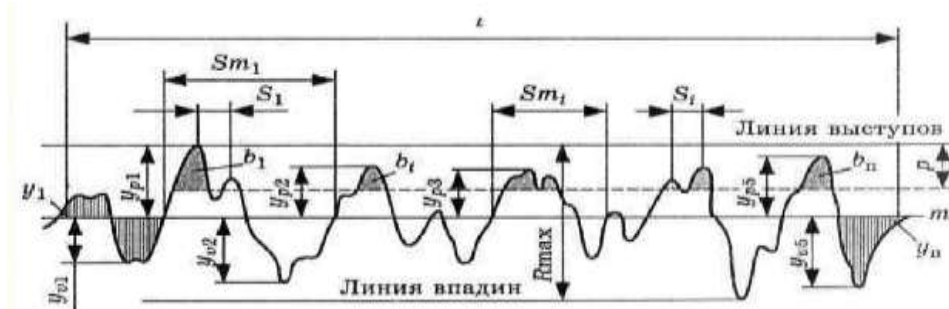
$S_m$  - средний шаг неровностей профиля;

$S$  – средний шаг местных выступов профиля;

$t_p$  – относительная опорная длина профиля,  $r$  – уровень сечения профиля

Базовая линия для определения параметров шероховатости – средняя линия  $m$ .

Базовая длина  $l$  – длина отрезка на базовой линии, на которой определяются параметры шероховатости.



## Рисунок 1 – Параметры шероховатости по ГОСТ 2789

1) Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  – среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

где  $n$  – число выбранных точек профиля на базовой длине,

$y_i$  – отклонение профиля, расстояние между любой точкой профиля и средней линией.

2) Высота неровностей профиля по десяти точкам  $R_z$  – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

$$R_z = \frac{1}{5} \left[ \sum_{i=1}^5 |Y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |Y_{vi}| \right]$$

где  $Y_{pi}$  – высота  $i$ -го наибольшего выступа,

$Y_{vi}$  – глубина  $i$ -й наибольшей впадины.

3) Наибольшая высота неровностей профиля  $R_{max}$  – расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

4) Средний шаг неровностей профиля  $S_m$  – среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины.

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

где  $n$  – число шагов в пределах базовой длины,

$S_{mi}$  – шаг неровностей профиля, равный длине отрезка средней линии, пересекающей профиль в трех соседних точках.

5) Средний шаг неровностей профиля по вершинам  $S$  – среднее значение шага выступов профиля в пределах базовой длины.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

Где  $n$  – число шагов в пределах базовой длины,

$S_i$  – шаг неровностей профиля по вершинам, равный длине отрезка средней линии между проекциями на нее двух наивысших точек соседних выступов профиля.

6) Относительная опорная длина профиля  $t_p$  – отношение опорной длины профиля к базовой длине.

$$t_p = \frac{\eta p}{l}$$

где  $\eta p$  – опорная длина профиля – суммарная толщина выступов  $b_1, b_2 \dots b_i \dots b_n$ , полученная в результате пересечения выступов профиля линией  $m_p$ , эквидистантной средней линии.

$p$  – уровень сечения профиля – расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль; выражается в процентах от  $R_{max}$

$$p = (5 \dots 90)\% R_{max}$$

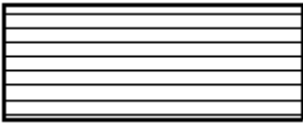
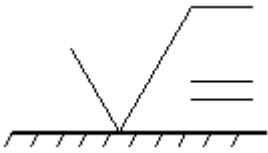
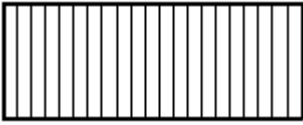
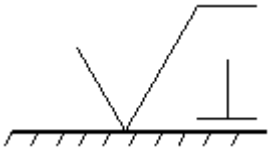
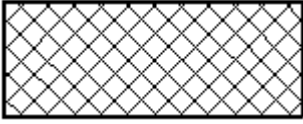
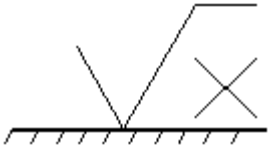
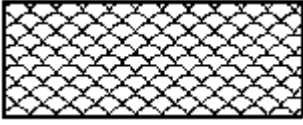
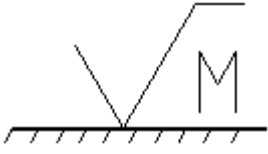
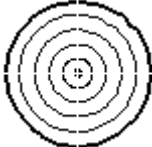
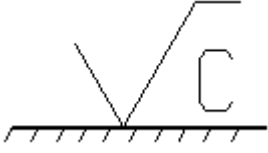
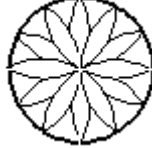
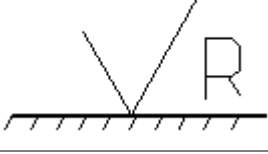
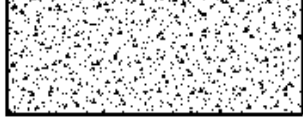
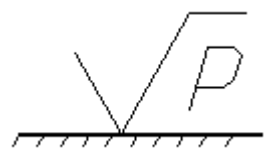
Направление микронеровностей



Направление неровностей – условный рисунок, образованный на поверхности режущим инструментом в процессе обработки.

Основные типы направления неровностей по ГОСТ 2789 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Тип направление неровностей, изображение и обозначение.

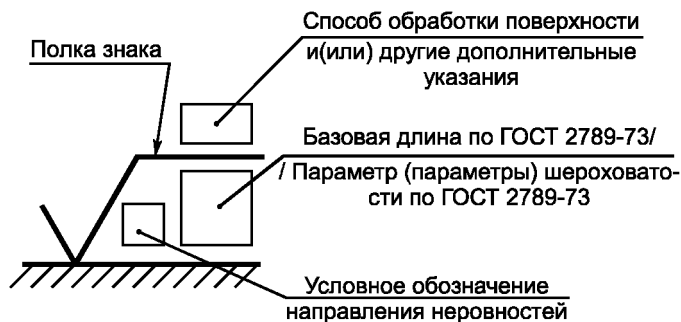
Схематичное изображение	Обозначение
	
	
	
	
	
	
	

#### Влияние шероховатости на взаимозаменяемость и качество машин

Шероховатость поверхности особенно важна для сопрягаемых поверхностей. Если должно быть соединение с зазором, то значительные неровности могут разрушить слой смазки, возникнет сухое трение, а значит износ поверхности. Если соединение с натягом, то значительные неровности, смятаясь, будут уменьшать натяг, а следовательно, и прочность соединения. Прочность деталей тоже зависит от шероховатости, особенно при переменных нагрузках. Чем чище поверхность, тем меньше возможность возникновения усталостного разрушения. Уменьшение шероховатости поверхности улучшает антикоррозионную стойкость. Шероховатость также влияет на точность измерения деталей.

Обозначение шероховатости на чертежах (ГОСТ 2.309)

Структура обозначения шероховатости.



Параметры шероховатости в следующей последовательности:  $R_a$  или  $R_z$ ,  $S_m$ ,  $t_p$ . Если указано только одно значение, то это наибольшее допустимое значение, а наименьшее значение не ограничиваются. Если параметры шероховатости задают в виде диапазона значение, то цифры пишут в виде строки (более грубое значение в верхней строке). Если параметр задают номинальным значением, то его приводят с предельными отклонениями. Предельные отклонения, назначаемые в процентах от номинального значения (10,20 или 40%), могут быть односторонними и симметричными (ГОСТ 2789-73).

Значение параметра шероховатости указывают после соответствующего символа (например,  $R_{max} 6,3$ ;  $S_m 0,63$ ;  $S 0,32$ ;  $t_{50}70$ ). Здесь указаны наибольшие допустимые значения параметров шероховатости; их наименьшие значения не ограничиваются. В примере обозначения  $t_{50}70$  указана относительная опорная длина профиля  $t_p=70\%$  при уровне сечения профиля  $r=50\%$ . При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности (наибольшего и наименьшего) в обозначении приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки например:

1,00;	$R_z 0,080$ ;	$R_{max} 0,80$ ;	$t_{50}50$
0,63	0,03z	0,32	70

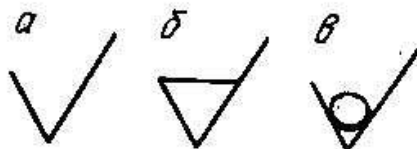
В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее большей шероховатости.

При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями, например:  $(1 \pm 20\%$ ;  $R_z 80$ .  $10\%$ ;  $S_m 0,63^{+20\%}$ ;  $t_{50} 70 \pm 40\%$ ).

Предпочтительнее нормировать шероховатость параметрам  $R_a$ , нежели  $R_a$  берется большее количество точек.

Все параметры шероховатости представляются в микронах, кроме  $S$ ,  $S_m$  и  $t_p$ .

Знаки, применяемые при обозначении шероховатости, их расположение на чертеже



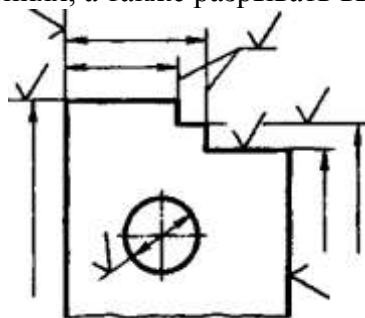
а - обозначение шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктор не устанавливает;

б - обозначение шероховатости поверхности, образуемой удалением слоя металла (например, точением, шлифованием, травлением и т.д.)

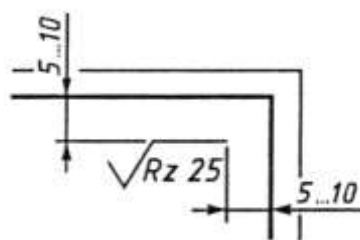
в - обозначение шероховатости поверхности, образуемой без снятия слоя металла (например, литьем, ковкой, штамповкой); поверхности не обрабатываемые по данному чертежу.

Обозначения шероховатости поверхности на изображении детали располагают:

- 1) на линиях контура самой детали;
- 2) на выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии);
- 3) на полках линий-выносок;
- 4) при недостатке места допускается располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или их продолжениях, а также разрывать выносную линию.



При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят.

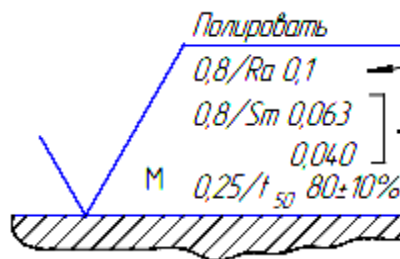


При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей детали в правом верхнем углу помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак в скобках.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих обозначений шероховатости.

Пример

Рассмотрим пример такого полного обозначения. Прочитать его следует так: высотный параметр  $R_a$  должен быть не более 0,1 мкм на базовой длине 0,8 мм; средний шаг неровностей профиля  $S_m$  должен находиться в пределах от 0,040 до 0,063 мм на базовой длине 0,8 мм; относительная опорная длина профиля  $t_{50} 80 \pm 10\%$  на базовой длине 0,25 мм; направление неровностей произвольное; способ окончательной обработки – полирование



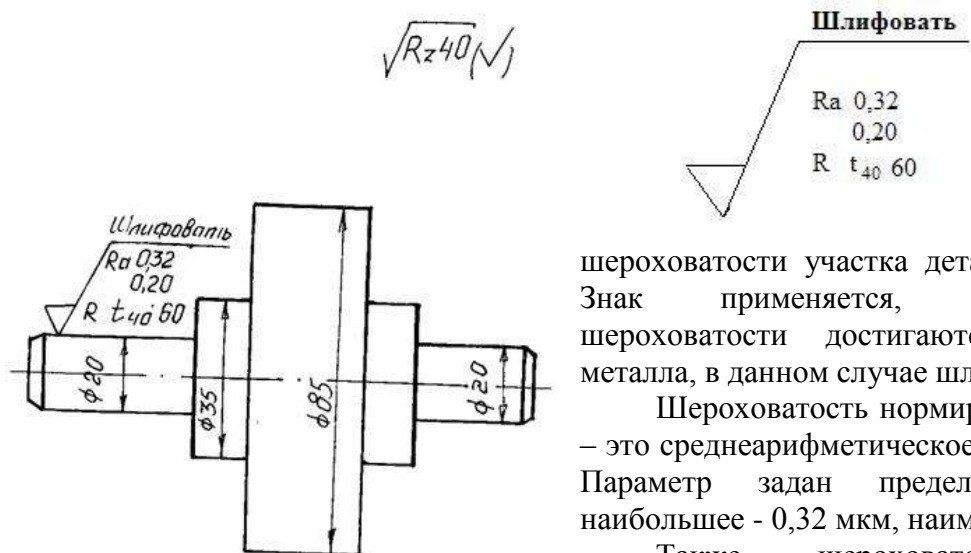
Необходимо отметить, что на практике все эти возможности обозначения используются крайне редко. Наиболее распространенным является вариант, когда указано числовое

значение параметра, соответствующее наиболее грубой допускаемой шероховатости. В учебных условиях этого тоже вполне достаточно, и например, обозначение

$$\sqrt{Ra\ 6,3}$$

означает, что предельное значение параметра Ra должно быть не более 6,3 мкм, базовая длина не указана, т.к. соответствует справочным данным и равна 2,5 мм, вид обработки не нормируется и может быть любым.

Пример



- это обозначение шероховатости участка детали диаметром 20мм. Знак применяется, когда параметры шероховатости достигаются удалением слоя металла, в данном случае шлифованием.

Шероховатость нормирована параметром Ra – это среднеарифметическое отклонение профиля. Параметр задан предельными значениями: наибольшее - 0,32 мкм, наименьшее – 0,20 мкм.

Также шероховатость нормирована параметром tr – это относительная опорная длина профиля. Параметр задан наибольшим предельным значением, равным 60%. Уровень сечения профиля p = 40%.

Направление микронеровностей радиальное.

$$\sqrt{R_z\ 40\ (\checkmark)}$$

- часть поверхностей имеют одинаковую шероховатость, поэтому она на контуре детали не проставляется, а относится в правый верхний угол чертежа. Знак применяется, когда конструктор вид обработки не устанавливает.

Шероховатость этих поверхностей нормирована параметром Rz – это высота неровностей профиля по десяти точкам. Параметр задан наибольшим предельным значением, равным 40 мкм.

#### Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Выполнить эскиз детали, проставить размеры и обозначения шероховатости поверхностей.
3. Дать расшифровку параметров шероховатости.
4. Сделать вывод.

#### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Выполнить эскиз детали, проставить размеры и обозначения шероховатости поверхностей в соответствии с вариантом.

3. Дать расшифровку параметров шероховатости:

- объяснить, какой из трех знаков для обозначения шероховатости на чертеже в данном случае применяется;

- какими параметрами нормирована шероховатость (название параметров и их условное обозначение);

- каким способом задан каждый параметр (предельными значениями, наибольшим предельным значением, номинальным значением с допуском);

- числовые значения каждого параметра и единицы измерения;

- величину и единицы измерения базовой длины (если задана);

- направление микронеровностей (если задано).

4. Выводом к работе является описание параметров шероховатости.

### Форма представления результата:

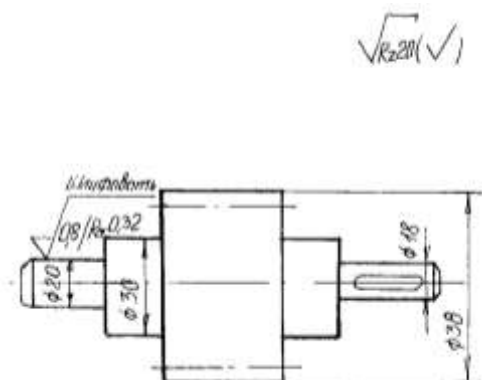
Отчет о проделанной работе

### Критерии оценки:

- полнота выполненного задания;

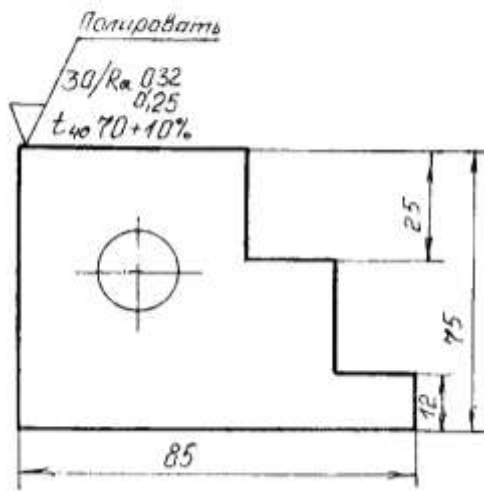
- своевременное предоставление выполненной работы.

Вариант 1



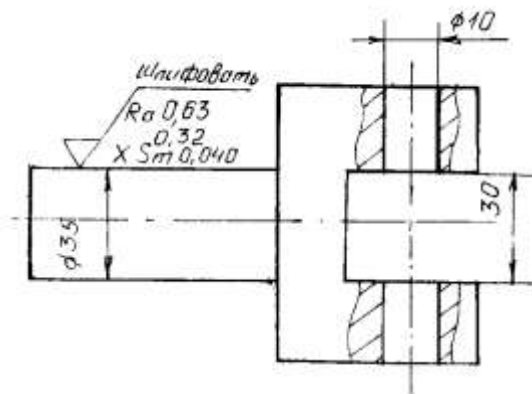
Вариант 2

$\sqrt{R_{\max} 20 (\checkmark)}$



Вариант 3

$\sqrt{R_a 0,4 (\checkmark)}$



## Тема 2.3. Средства измерений и их характеристики

### Лабораторная работа № 1

#### Измерение параметров деталей с помощью штангенинструментов

**Цель работы:** 1) освоить методику измерения параметров деталей с помощью штангенинструментов;  
2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

- 1 Измерить заданные параметры и зафиксировать результаты с учетом погрешности измерения.
- 2 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

Измерение в штангенинструментах основано на применении нониуса, который позволяет отсчитывать дробные деления основной шкалы. Цена деления нониуса штангенциркуля может быть: 0,1, 0,05, 0,02 мм. Пределы измерения штангенциркулей до 2000 мм; Погрешность измерения штангенинструментов в диапазоне от 1 до 500 мм составляет от 50 до 200 мкм.

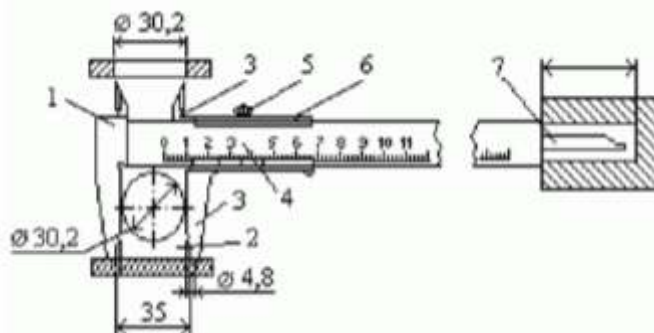


Рисунок 1 – Устройство нониуса и отсчет показаний штангенциркуля

Нониус представляет собой линейку со шкалой, по которой отсчитывают дробные деления основной шкалы. Отсчет измеряемой величины "А" с помощью штангенинструментов складывается из отсчета целых делений "N" по основной шкале и отсчета дробных делений "Д" по шкале нониуса:  $A = N + Д$ . При нулевом положении нулевые штрихи основной и нониусной шкал совпадают. При этом последний штрих шкалы нониуса также совпадает со штрихом основной шкалы, определяющим длину шкалы

нониуса. При измерении шкала нониуса смещается относительно основной, и по положению нулевого штриха нониуса определяют величину этого смещения, равную измеряемой величине (N). Дробные деления определяют по совпадению какого-либо штриха нониуса с любым штрихом основной шкалы. Измерение с помощью штангенциркуля (рис.1) различных элементов конструкции (диаметров отверстия или вала, межцентрового расстояния, глубины отверстия и т.п.) проводят следующим образом: при отstopоренном винте 5 перемещают по штанге 1 нониус 6, приводят в соприкосновение с поверхностями измеряемых деталей измерительные поверхности штанги и нониуса 2 и 3 или соединенного с нониусом измерительного стержня 7. В этом положении необходимо застопорить рамку нониуса 6 винтом 5 и снять отсчет со шкалы прибора.

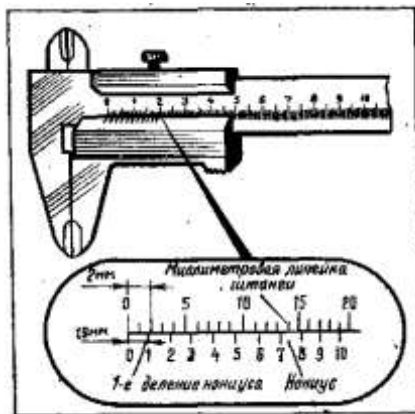


Рисунок 2 – Нониус штангенциркуля.

При измерении штангенциркулем целые миллиметры отсчитываются по миллиметровой шкале, а десятые доли — по шкале нониуса, начиная от нулевой отметки до той риски, которая совпадает с какой-либо рисккой миллиметровой шкалы (рис. 3).

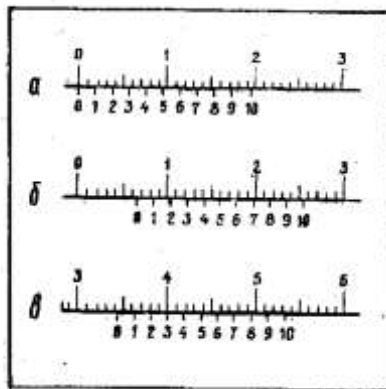


Рисунок 3 – Положение шкал штангенциркуля при отсчете размеров:

а) – 0,9мм; б) – 6,5 мм; в) – 34,3 мм.

**Порядок выполнения работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Измерить размеры детали.
3. Проставить полученные размеры на эскизе.
4. Ответить на вопросы, характеризующие процесс измерения штангенциркулем.
5. Сделать вывод.



**Ход работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Начертить эскиз измеряемой детали.
3. Осмотреть штангенциркуль и проверить его точность.
4. Измерить размеры детали.
5. Проставить полученные размеры на эскизе
6. Ответить на вопросы, характеризующие процесс измерения штангенциркулем.
7. Выводом к работе является определение искомых значений.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.

## Тема 2.3. Средства измерений и их характеристики

### Лабораторная работа № 2

#### Измерение параметров деталей с помощью микрометров

**Цель работы:** 1) освоить методику измерения параметров деталей с помощью микрометров;

2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

– У<sub>1</sub>. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;

– У<sub>3</sub>. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

1 Измерить заданные параметры и зафиксировать результаты с учетом погрешности измерения.

2 Сделать вывод.

#### Краткие теоретические сведения:

Измерение микрометром основано на использовании точной винтовой пары (винт-гайка), которая преобразует вращательные движения микровинта в поступательные. Цена деления прибора 0.01 мм. Погрешность измерения зависит от пределов измерения микрометра и составляет: от 3 мкм для микрометров 0-25 мм до 50 мкм для микрометров с пределами измерения 400-500 мм.

Устройство микрометра. Общий вид микрометра показан на рис.1.

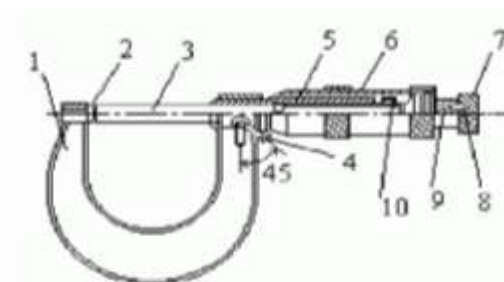


Рисунок 1 – Общий вид микрометра

Корпусом инструмента служит скоба 1, в которую запрессованы с одной стороны пятка 2, с другой - стебель 5, на котором закреплена микрогайка и нанесена продольная шкала. Одной измерительной поверхностью является торец микрометрического винта 3, выдвигающегося из стебля, второй - торец пятки 2. Микровинт связан с корпусом барабана 6, имеющим на конусном конце круговую шкалу. Заканчивается барабан резьбой, на которую навинчивается гайка 9, являющаяся корпусом механизма трещетки. Основное

назначение - трещетки обеспечивать постоянство измерительного усилия за счет храповика 7 и подпружиненного стержня 8. Микрометр снабжен устройством 4, позволяющим стопорить микровинт и гайкой 10 для регулировки зазора в паре микровинт - микрогайка.

Отсчет показаний микрометрических инструментов. Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из двух шкал (рис. 1). Продольная шкала имеет два ряда штрихов с интервалом 1 мм, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и смещенных относительно друг друга на 0.5 мм. Таким образом, оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0.5 мм. Микровинт связан с барабаном 6, который на конусном конце имеет круговую шкалу с числом делений  $n=50$ . Учитывая, что шаг резьбы винтовой пары  $S=0,5\text{мм}$ , цена деления круговой шкалы (нониуса) микрометра "С" равна:  $C = S / n = 0,5 / 50 = 0,01\text{мм}$ . Размер измеряемой детали с точностью до 0.5 мм отсчитывают по шкале стебля указателем, которым является скошенный край барабана. Сотые доли миллиметра отсчитывают по круговой шкале барабана, указателем которой является продольный штрих на стебле микрометра.

Установка микрометра на нуль. Перед началом измерений микрометрическими инструментами производят их проверку и установку на нуль. Установку микрометров на нуль производят на начальном делении шкалы. Для микрометров с пределом измерений 0-25 мм - на нулевом делении шкалы, для микрометров с пределами измерений 25-50 мм - на делении 25 и т.д. Осторожно вращая микровинт за трещотку, приводят в соприкосновение измерительные поверхности микровинта и пятки. При указанном соприкосновении скошенный край барабана микрометра должен установиться так, чтобы штрих начального деления основной шкалы (нуль или 25, 50 мм и т.д.) был полностью виден, а нулевое деление круговой шкалы барабана совпадало с продольной горизонтальной линией на стебле 5 (рис. 1).

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Измерить размеры детали.
3. Ответить на вопросы, характеризующие процесс измерения микрометром.
4. Сделать вывод.

#### **Ход работы:**

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Ознакомиться с деталью, подлежащей обмеру и ее чертежом.
3. Проверить устанавливаемость. Отведите микровинт в исходное положение, для сего микрометр возьмите левой рукой за скобу около пятки, как показано на рисунке и правой рукой вращайте микровинт за трещотку против часовой стрелки (на себя) до появления из-под барабана на шкале стебля штриха, показывающего размер на 0,5 мм больше, чем величина номинального размера, заданного по чертежу измеряемой детали. Вращать пальцами правой руки трещотку от себя и подведите микровинт к поверхности детали до зажима ее между торцами микровинта и пятки настолько плотно, чтобы трещотка повернулась 2...3 раза. Следует избегать перекоса детали.

4. Снять показания микрометра.
5. Ответить на вопросы, характеризующие процесс измерения штангенциркулем.
6. Выводом к работе является определение искоемых значений.

#### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы.