


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
О.В. Жижикина

«29» 01 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология и стандартизация»

специальности:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.1. Область применения рабочей программы.....	3
1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена	3
1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины	3
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы	5
3.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины	5
3.3. Вопросы итогового контроля знаний.....	10
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	11
4.2. Информационное обеспечение обучения	11
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ..	12
6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А Фонд оценочных средств	15

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.05 Метрология и стандартизация

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 26.02.02 «Судостроение».

1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Дисциплина общепрофессионального цикла (ОП.05).

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины

Основной целью курса метрологии для студентов направления подготовки «Судостроение» является обеспечение будущих инженеров глубокими теоретическими знаниями и прочными практическими умениями в области измерений и контроля качества материалов, конструкций и изделий. Это позволяет специалистам успешно решать практические задачи проектирования, производства и эксплуатации судов.

Задачи курса направлены на формирование конкретных практических навыков и способностей, позволяющих будущим специалистам уверенно ориентироваться в вопросах измерения и оценки точности применительно к процессу строительства и эксплуатации кораблей. К основным задачам относятся:

- Изучение основ теории измерений, включая классификацию и характеристики измерительных приборов.
- Освоение принципов построения и функционирования современных измерительных устройств и систем.
- Анализ факторов, влияющих на точность измерений, и изучение способов минимизации ошибок.
- Практическое применение методик расчета неопределенностей и статистической обработки результатов измерений.
- Получение опыта проведения лабораторных исследований и анализа полученных данных.
- Ознакомление с международными стандартами и нормами в области метрологии и сертификации продукции.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части;
- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации;
- выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;
- оценивать практическую значимость результатов поиска;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

- использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;
 - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;
 - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
 - проявлять толерантность в рабочем коллективе;
 - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;
 - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;
 - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;
 - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);
 - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;
 - использовать программное обеспечение для выполнения расчетов;
 - производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении;
 - пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации;
 - использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов;
 - интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов;
 - использовать типовые методики для теоретических расчетов;
- знать:**
- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
 - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
 - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
 - методы работы в профессиональной и смежных сферах;
 - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
 - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
 - приемы структурирования информации;
 - формат оформления результатов поиска информации;
 - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;
 - правила оформления документов;
 - правила построения устных сообщений;
 - правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;
 - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);
 - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;
 - особенности произношения;
 - правила чтения текстов профессиональной направленности;
 - правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП;
 - основы технологии судостроительного производства;
 - основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения;
 - характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов;
 - основы проведения патентных исследований;

- методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ;
- порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации;
- технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины способствует формированию следующих общих и профессиональных компетенций:

Код	Наименование результата обучения
ОК.01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК 1.2	Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.
ПК 2.1	Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	60
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	54
в том числе:	
лекции	34
практические занятия	20
консультации	–
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	6
Промежуточная аттестация	–
Итоговая аттестация 5 семестр – зачет	

3.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП.05 Метрология и стандартизация

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	ПК/ОК	
1	2	3	4	
Раздел 1. Основы технического регулирования и стандартизации				
Тема 1.1. Основные понятия и определения метрологии	Лекции		1	ОК 02
	1	Введение.		
	2	Основные понятия и определения метрологии.		
Тема 1.2. Основы технических измерений. Погрешности измерений.	Лекции		3	ОК 02
	1	Общая характеристика объектов измерений.		
	2	Понятие о видах, методах и средствах измерений.		
	3	Средства измерений, их классификация. Метрологические характеристики измерительных средств. Классы		

		точности средств измерений. Выбор средств измерений и контроля. Условия измерения и контроля. Средства для измерения и контроля линейных размеров, отклонений формы, расположения и шероховатости поверхностей		
	4	Основные характеристики и критерии качества измерений. Виды контроля. Методики выполнения измерения. Точность методов и результатов измерений.		
	5	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Эталоны единиц физических величин. Поверочные схемы. Поверка и калибровка средств измерений. Российская система калибровки. Стандартные образцы.		
	6	Причины возникновения погрешностей измерения. Основные и дополнительные, абсолютные, относительные и приведенные погрешности измерения.		
	7	Погрешности средств измерений: основная и дополнительная, динамическая и статическая. Допускаемая погрешность измерения, предельная погрешность средства измерения.		
Тема 1.3 Техническое законодательство как основа метрологии и стандартизации	Лекции		1	ОК 09
	1	Понятие о техническом регулировании и техническом регламенте.		
	2	Основные понятия и принципы технического регулирования. ФЗ «О техническом регулировании». Объекты и субъекты технического регулирования. Федеральный орган по техническому регулированию и метрологии. Цели, задачи и функции Росстандарта		
	3	Необходимость разработки технического регламента и его структура.		
	4	Порядок разработки технических регламентов. Взаимосвязь технических регламентов и стандартов.		
	5	Международные и региональные организации по метрологии. Ответственность за нарушение метрологических правил.		
	6	Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта		
Тема 1.4 Средства измерения для линейных величин	Лекции		1	ОК 01
	1	ПКМД Штриховые инструменты.		
	2	Гладкие калибры.	2	ПК 1.2
	Практическое занятие 1			
	1	Расчет и составление блока из плиток плоскопараллельных концевых мер длины	2	ПК 1.2
	Практическое занятие 2			
	2	Устройство штангенциркуля. Определение действительных размеров деталей штангенциркулем. Поверка штангенциркуля	2	ПК 1.2
	Практическое занятие 3			
	3	Устройство микрометра. Определение действительных размеров деталей микрометром. Поверка микрометра	4	ПК 1.2
	Практическое занятие 4			
4	Выбор СИ на основе теории погрешностей Выбор СИ на основе теории погрешностей			
Раздел 2. Основы метрологического обеспечения				
	Лекции		2	ОК 02

Тема 2.1 Метрология – наука об измерениях	1	Краткая история развития метрологии. Основные понятия и задачи метрологии. Взаимосвязь качества продукции со стандартизацией, метрологией и сертификацией. Понятие метрологического обеспечения.		
	2	Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.		
	3	Проверка и калибровка средств измерения.		
Тема 2.2 Правовые основы обеспечения единства измерений	Лекции		2	ОК 05
	1	Цели, задачи и состав государственной системы обеспечения единства измерений.		
Тема 2.3 Физические величины и их единицы	Лекции		2	ОК 09
	1	Международная система единиц физических величин (СИ). Основные, дополнительные, кратные, дольные и внесистемные единицы. Преимущества и достоинства применения международной системы СИ перед другими системами единиц		
Тема 2.4 Государственная метрологическая служба РФ	Лекции		2	ОК 05
	1	Государственная метрологическая служба и ее органы. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Их функции и задачи. Метрологическое обеспечение производства, испытаний и контроля качества продукции. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации. Требования к испытательным лабораториям и их аккредитация. Аттестация испытательного оборудования. Сертификация СИ. Государственный метрологический контроль и надзор.		
Раздел 3. Основы стандартизации				
Тема 3.1 Сущность стандартизации, нормативные документы по стандартизации.	Лекции		2	ОК 02
	1	Исторические основы развития стандартизации.		
	2	Цели, принципы, функции и задачи стандартизации. Правовые аспекты построения и содержания национальной системы стандартизации.		
	3	Основные понятия в области стандартизации.		
	4	Нормативные документы по стандартизации.		
	5	Участники стандартизации в РФ. Организационные основы стандартизации в судостроении.		
	6	Понятие о ГСС. Состав и назначение стандартов ГСС РФ.		
7	Стандарт предприятия.			
Тема 3.2. Методы стандартизации	Лекции		2	ОК 01
	1	Методы стандартизации и их характеристика: упорядочение объектов стандартизации, параметрическая стандартизация, комплексная и опережающая стандартизация, классификация, кодирование и каталогизация объектов стандартизации.		
	2	Определение подлинности товара по штрих-коду. Построение Общероссийского классификатора продукции (ОК 005-93).		

	3	Методы стандартизации, применяемые на судостроительном предприятии: унификация, типизация, модулирование. Документы по унификации в судостроении. Стандартизация и унификация кораблей и судов.		
Тема 3.3 Правовые основы стандартизации. Международная стандартизация.	Лекции		2	ОК 09
	1	Документы по стандартизации. Национальные стандарты, виды национальных стандартов. Общероссийские классификаторы. Стандарты организаций: требования, объекты, разработка и утверждение стандартов организаций. Правила, рекомендации и свод правил по стандартизации.		
	2	Международная государственная система стандартизации в СНГ.		
	3	Задачи международного сотрудничества. Международная организация по стандартизации (ИСО): характеристика, цель деятельности, задачи, функции. Практика деятельности ИСО.		
	4	Международная электротехническая комиссия (МЭК): цель деятельности, задачи, функции. Организация работ по стандартизации в рамках Европейского союза.		
		Деятельность региональных организаций по стандартизации. Международные стандарты. Применение международных стандартов в отечественной практике		
Тема 3.4 Научная база стандартизации	Лекции		2	ОК 01
	1	Определение оптимального уровня унификации и стандартизации.		
	2	Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.		
Тема 3.5. Порядок разработки национальных стандартов. Знак соответствия национальному стандарту	Лекции		1	ОК 01
	1	Службы (отделы) стандартизации на предприятии. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований национальных стандартов.		
	2	Документы по стандартизации, действующие в судостроении. Создание электронного фонда стандартов в судостроении.		
	3	Планирование и порядок разработки и внедрения документов по стандартизации, контроль их соблюдения в судостроении. Порядок проведения работ по актуализации документов по стандартизации.		
Тема 3.6. Эффективность работ по стандартизации	Лекции		1	ОК 01
	1	Эффективность работ по стандартизации, цели определения эффективности. Технико-экономическая эффективность работ по стандартизации и унификации в судостроении.		
Раздел 4. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости				
Тема 4.1 Основные понятия и определения о размерах, отклонениях, допусках и посадках, о точности и взаимозаменяемости.	Лекции		2	ОК 02
	1	Основные термины и определения.		
	2	Определение годности действительных размеров.		
	3	Взаимозаменяемость. Виды и назначение взаимозаменяемости. Понятие о неизбежности возникновения погрешностей при изготовлении деталей.		
	4	Виды погрешностей и их сущность; погрешности размеров, формы, расположения и шероховатости поверхности.		
	Практическое занятие 5		2	ПК 1.2
1	Определение годности детали			

	Практическое занятие 6		2	ПК 1.2
	2	Графические изображения размеров и отклонений.		
Тема 4.2. Основные сведения о размерах и соединениях в машиностроении. Номинальный и действительный размер	Лекции		1	ОК 01
	1	Действительное отклонение. Предельные размеры и отклонения. Допуск размера. Поле допуска. Обозначение номинальных размеров и предельных отклонений размеров на чертежах		
Тема 4.3. Размеры сопрягаемые и несопрягаемые	Лекции		1	ОК 01
	1	Сопряжение (соединение) двух деталей с зазором и натягом. Посадка. Наименьший и наибольший зазор и натяг. Допуск посадки.		
Тема 4.4 Система допусков и посадок для гладких элементов деталей	Содержание учебного материала		2	ОК 02
	1	Основные понятия о посадках. Посадки в системе отверстий и системе вала.		
	2	Единая система допусков и посадок (ЕСДП): интервалы размеров, единица допуска, качества.		
	3	Основные отклонения отверстий и валов. Система вала и система отверстия. Таблица предельных отклонений размеров.		
	4	Указание точности размеров.		
	5	Приемочные границы при определении действительного размера.		
	6	Обозначение посадок на чертежах. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками (свободные размеры).		
	Практическое занятие 7		4	ПК 2.1
Тема 4.5 Нормирование расположения поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей.	Лекции		1	ОК 02
	1	Поверхности (профили) номинальные и реальные. Основные определения параметров формы и расположения поверхностей. Виды отклонений формы поверхностей. Виды отклонений расположения поверхностей.		
	2	Понятие баз при нормировании и измерении точности расположения поверхностей. Обозначение допусков отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах.		
	3	Зависимые и независимые допуски отклонений расположения и формы поверхностей. Виды суммарных отклонений формы и расположения поверхностей		
	Практическое занятие 8		2	ПК 1.2
Тема 4.6. Шероховатость и волнистость поверхностей	Лекции		1	ОК 01
	1	Точность обработки, понятие о параметрах шероховатости поверхности, их обозначение на чертежах. Волнистость поверхности.		
Раздел 5. Основы сертификации				
Тема 5.1.	Лекции		1	ОК 01

Основные понятия, цели и задачи подтверждения соответствия	1	Объекты и формы подтверждения соответствия. Добровольное и обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Добровольная и обязательная сертификации.		
Тема 5.2. Участники сертификации	Лекции		1	ОК 05
	1	Заявитель, его права и обязанности. Органы по сертификации: функции, типовая структура, права и обязанности		
Самостоятельная работа			6	
Итого			60	

3.3. Вопросы итогового контроля знаний

1. Исторические предпосылки появления метрологии.
2. Значение стандартизации в обеспечении качества продукции.
3. Роль технической документации в судостроительной отрасли.
4. Основные задачи и цели Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).
5. Функции Федерального органа по техническому регулированию и метрологии.
6. Особенности поверочных схем и процедуры поверки средств измерений.
7. Причины возникновения погрешностей при измерениях.
8. Классификация погрешностей измерений.
9. Основные метрологические характеристики измерительных средств.
10. Принципы выбора средств измерений исходя из требований точности.
11. Международные и национальные системы единиц физических величин.
12. Современные тенденции развития метрологии и стандартизации.
13. Организация метрологического обеспечения на предприятиях судостроения.
14. Назначение эталонных средств измерений.
15. Отличия стандартных образцов от обычных измерительных средств.
16. Требования к испытаниям и контролю качества продукции в судостроении.
17. Процедура аккредитации испытательных лабораторий.
18. Специфику документационного сопровождения конструкторских разработок.
19. Документы, используемые при разработке проектов в судостроении.
20. Важнейшие законодательные акты в сфере метрологии и стандартизации.
21. Нормативно-техническую базу стандартизации.
22. История формирования национальной системы стандартизации в России.
23. Примеры международного сотрудничества в области стандартизации.
24. Деятельность Международной электротехнической комиссии (МЭК).
25. Международный опыт стандартизации кораблестроительных технологий.
26. Методы проверки подлинности товаров по штрих-кодам.
27. Этапы процесса разработки и утверждения стандартов предприятий.
28. Эффективность работ по стандартизации и унификации.
29. Необходимость соблюдения установленных стандартов.
30. Контроль исполнения документов по стандартизации.
31. Факторы, определяющие уровень качества продукции.
32. Понятия о размерах, отклонениях и допусках.
33. Использование понятий пригодности действительных размеров.
34. Проблемы, возникающие при обработке деталей.
35. Параметры шероховатости поверхности и их влияние на качество изделия.
36. Критерии классификации погрешностей изготовления деталей.
37. Процедуры выборки и составления блоков плоскопараллельных мер длины.
38. Устройство и принцип работы штангенциркуля.

39. Применение микрометра для точного измерения деталей.
40. Теория погрешностей и выбор средств измерений.
41. Термины и определения, применяемые в процессе стандартизации.
42. Цели и задачи межгосударственных органов по стандартизации.
43. Ключевые международные стандарты и их значение для судостроения.
44. Понятие о добровольной и обязательной сертификации.
45. Обязанности заявителя при проведении сертификации.
46. Формы и способы подтверждения соответствия продукции стандартам.
47. Задачи сертифицирующих органов.
48. Документы, подтверждающие прохождение сертификации.
49. Объекты сертификации в судостроении.
50. Требования к маркировке сертифицированной продукции.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины осуществляется в кабинете Метрологии.

Учебная аудитория 7-107: комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, редукторы, концевые меры, микрокатор, микрометр рычажный МРИ-50(25-50), миниметр широкошкальный, микроскоп ИМЦ 100х50А, нутромер индикаторный НИ 160М, нутромер микрометрический НМ(50-75), осциллограф С8-12 (универсальный, запоминающий), прибор ультразвуковой УД-10УА, профилограф-профилометр-252, скоба индикаторная СИ 100(50-100), скоба индикаторная СИ 200(100-200), резьбомер Д55, насос погружной, стенды со справочно-информационным материалом

Кабинет для самостоятельной работы 7-103: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 1 компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду

Кабинет для самостоятельной работы 3-302: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 4 компьютера с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду, доска аудиторная, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература:

1. Аристов А.И. Метрология, стандартизация, сертификация / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев. - Москва: Инфра-М, 2022
2. Завистовский В.Э. Допуски, посадки и технические измерения / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. - Москва: Инфра-М, 2022. - 278 с.
3. Зайцев С.А., Толстов А.Н., Грибанов Д.Д. [и др.] Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования. – 5-е изд.– М. : Издательский центр «Академия», 2023. – 288 с
4. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для среднего профессионального образования. – 13-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 362 с.
5. Райкова Е.Ю. Стандартизация, Метрология, подтверждение соответствия. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 216 с.
6. Сергеев А.Г. Метрология: учебник и практикум для СПО 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 312 с.

7. Третьяк Л.Н., Вольнов А.С. Метрология, стандартизация и сертификация: взаимозаменяемость: учебное пособие для среднего профессионального образования. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 362 с.

Дополнительные источники:

8. Клевлеев В.М., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Метрология, стандартизация и сертификация»: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. –256 с.

9. Кошечкина И.П., Канке А.А. «Метрология, стандартизация, сертификация». - М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 416 с.

10. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 671 с.

11. Мельников В.П., Смоленцев В.П., Схиртладзе А.Г. Управление качеством: учебник: Допущено Минобразованием России / Под ред. В.П. Мельникова. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 288 с.- 6-е изд., стер.-352с.

12. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высш. Школа, 2002. – 422 с.

13. Сергеев А.Г., Крохин В.В. «Метрология». – М.: Логос, 2002. – 408 с.

Интернет-ресурсы:

14. Официальный сайт Росстандарта РФ. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost>

15. РИА «Стандарт и качество» <https://ria-stk.ru/stq/about.php>

Нормативные-правовые акты:

16. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 23.07.2025) «О техническом регулировании»

17. ГОСТ 8.417-82 ГСИ. Единицы физических величин

18. РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Общая/профессиональная компетенция	Результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Фронтальный опрос Практические работы Зачет

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности 	
ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска - оценивать практическую значимость результатов поиска - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач 	Фронтальный опрос Практические работы Зачет
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности - приемы структурирования информации - формат оформления результатов поиска информации - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства 	
ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке - проявлять толерантность в рабочем коллективе 	Фронтальный опрос Практические работы Зачет
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления документов - правила построения устных сообщений 	
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые) - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы 	Фронтальный опрос Практические работы Зачет
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика) - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности - особенности произношения - правила чтения текстов профессиональной направленности 	
ПК 1.2 Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Использовать программное обеспечение для выполнения расчетов - Производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении 	Фронтальный опрос Практические работы Зачет
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП - Основы технологии судостроительного производства 	

ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации - Использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов - Интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов - Использовать типовые методики для теоретических расчетов 	Фронтальный опрос Практические работы Зачет
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения - Характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов - Основы проведения патентных исследований - Методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ - Порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации - Технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации 	

6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____/____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Метрология и стандартизация» для специальности 26.02.02 «Судостроение» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)


Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании педагогического совета протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Зам. директора по УМР _____
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
О.В. Жижкина

«29» 01 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

«Метрология и стандартизация»

специальность:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Отсутствие умений выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Фрагментарные, неполные умения выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Небольшие пробелы в умении выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Сформированное умение выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.
	Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Отсутствие знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Несистемное использование знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Небольшие пробелы в знаниях об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Сформирована система знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	Отсутствие умений использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Фрагментарные, неполные умения использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Небольшие пробелы в умении использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Сформированное умение использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.
	Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств.	Отсутствие знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Несистемное использование знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Небольшие пробелы в знаниях о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Сформирована система знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.

ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; проявлять толерантность в рабочем коллективе	Отсутствие умений грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Фрагментарные, неполные умения грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Небольшие пробелы в умении грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Сформированное умение грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
	Знания: правила оформления документов; правила построения устных сообщений.	Отсутствие знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Несистемное использование знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Небольшие пробелы в знаниях о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Сформирована система знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы: участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связанные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Отсутствие умений понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.	Фрагментарные, неполные умения понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Небольшие пробелы в умении понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Сформированное умение понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
	Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения и правила чтения текстов профессиональной направленности	Отсутствие знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Несистемное использование знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Небольшие пробелы в знаниях о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Сформирована система знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы
ПК 1.2 Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.	Умения: использовать программное обеспечение для выполнения расчетов; производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Отсутствие умений производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Фрагментарные, неполные умения производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Небольшие пробелы в умении производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Сформированное умение производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении
	Знания: правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП; основы технологии судостроительного производства	Отсутствие знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Несистемное использование знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Небольшие пробелы в знаниях о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Сформирована система знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации	Умения: пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов; интерпретировать	Отсутствие умений пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное	Фрагментарные, неполные умения пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами докумен-	Небольшие пробелы в умении пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами докумен-	Сформированное умение пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное

для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	данные контрольно-измерительных приборов; использовать типовые методики для теоретических расчетов	программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	тации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	тации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
	Знания: основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения; характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов; основы проведения патентных исследований; методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	Отсутствие знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Несистемное использование знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Небольшие пробелы в знаниях о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Сформирована система знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения

2. Уровень и критерии освоения компетенции, а также показатели и критерии оценки её сформированности

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции
Продвину- тый	<i>Компетенции сформированы</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.
Базовый	<i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.
Пороговый	<i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.
Низкий	<i>Компетенции не сформированы</i> Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.

3. Описание шкал оценивания

Оценка	Результаты
Фронтальный опрос	
Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания базовых нормативных и правовых актов, соблюдаются нормы литературной речи
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.
Практическое занятие	
Отлично	Выставляется обучающемуся, чей результат анализа ситуации оказался наиболее всесторонним, чье решение или расчет оказался наиболее продуманным, логичным и предусматривающим большее количество альтернативных вариантов решений;
Хорошо	Выставляется обучающемуся, использовавшему методику или инструмент анализа с незначительными нарушениями, чья работа имеет незначительные погрешности
Удовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, чья работа имеет нарушения, но в целом задание выполнено, анализ проведен поверхностно, в том числе с нарушением методики его проведения
Неудовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, если работа выполнена с нарушением методики его выполнения, результаты не обоснованы, не сделаны выводы, выводы сделаны с грубыми нарушениями и не соответствует поставленной задаче.
Зачет	
Зачтено	выставляется обучающемуся, который усвоил предусмотренный программный материал; правильно, с применением примеров, показал систематизированные знания по темам дисциплины, способен связать теорию с практикой, тему вопроса с другими темами данного курса, других изучаемых дисциплин.
Не зачтено	Выставляется в следующих случаях: 1. Обучающийся не справился с заданием, не может ответить на вопросы, предложенные (поставленные) преподавателем, не обладает целостным представлением об изучаемой теме и ее взаимосвязях. 2. Ответ на вопрос полностью отсутствует. 3. Отказ от ответа.

4. Типовые задания, характеризующие этапы формирования компетенций

4.1 Фронтальный опрос

Фронтальный опрос является одним из наиболее эффективных методов формирования и диагностики компетенций студентов. Этот метод представляет собой коллективную форму взаимодействия между преподавателем и группой учащихся, в ходе которой каждому учащемуся задаются короткие вопросы, направленные на выявление уровня освоения пройденного материала.

Перечень примерных вопросов:

Раздел 1. Основы технического регулирования и стандартизации

Тема 1.1. Основные понятия и определения метрологии

1. Что изучает метрология?
2. Назовите пять научных направлений метрологии.
3. Чем занимается практическая метрология?
4. Назовите основные задачи теоретической метрологии
5. Чем занимается прикладная метрология?
6. Назовите основные задачи законодательной метрологии
7. Какими вопросами занимается квалиметрия?

Тема 1.2 Основы технических измерений. Погрешности измерений.

1. Дайте определение термину «измерение».
2. Назовите основные объекты измерений.
3. Назовите качественные и количественные характеристики измеряемой величины.
4. Какие требования предъявляются к средствам измерений?
5. Классификация средств измерений по конструктивному решению.
6. Классификация средств измерений по практическому назначению.
7. Обязательные критерии измерения.
8. Приведите классификацию измерений.
9. Какие бывают измерения по способу получения и количеству измерительной информации?
10. Какие бывают измерения по характеру изменения измеряемой величины?
11. Что такое шкала измерений? Назовите основные виды шкал.
12. Назовите существенные признаки каждого вида шкал.
13. Что такое метод измерений?
14. Какие основные разновидности имеет метод сравнения с мерой?
15. Поясните понятие «единство измерений». В чем заключаются условия обеспечения единства измерений?
16. Что представляет собой погрешность измерений?
17. Приведите классификацию погрешностей.
18. Запишите формулы для определения абсолютной, относительной и приведенной погрешностей измерения.
19. Какая величина принимается за действительную величину при многократных измерениях?
20. Кто может осуществлять поверку средств измерений?
21. Чем удостоверяются результаты поверки средств измерений?
22. Какие составляющие погрешности различают в зависимости от характера проявления, причин возникновения и возможностей устранения?
23. Как может быть уменьшено влияние случайных погрешностей?

24. Эталоны основных международных физических величин, их существенные признаки.
25. Какие требования предъявляются к эталонам единиц величин?
26. С чем подлежат сличению государственные первичные эталоны (ГПЭ) единиц величин?
27. Какая характеристика определяет точность СИ?
28. Какую функцию выполняют эталоны?
29. Чем различие в назначении рабочих СИ и рабочих эталонов?
30. Что представляет собой грубая погрешность (промах)? Какие существуют критерии для оценки промахов

Тема 1.3 Техническое законодательство как основа метрологии и стандартизации

1. Что такое техническое регулирование?
2. Что такое технический регламент?
3. Каковы цели принятия технических регламентов?
4. Назовите принципы технического регулирования.
5. Какие функции выполняет Федеральное агентство по техническому регулированию?
6. Как определяется техническое регулирование в ФЗ «О техническом регулировании»?
7. Перечислите основные задачи технического регулирования.
8. Какие группы мер регулирования применяются для обеспечения безопасности продукции и её свободного перемещения к потребителю?
9. Что является объектом технического регулирования в системе качества продукции?
10. Кто является субъектом технического регулирования?
11. Перечислите основные принципы технического регулирования.
12. Порядок разработки и применения технического регламента?
13. Назовите известные вам международные и региональные организации по метрологии.
14. Какими вопросами занимается Международная организация мер и весов (МОМВ)?
15. Какими вопросами занимается Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ)?
16. Перечислите виды ответственности, которая наступает за нарушение метрологических правил (административная, гражданско-правовая, уголовная или дисциплинарная ответственность). При каких условиях наступают данные виды ответственностей?
17. Назовите основные положения Технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта утверждён постановлением Правительства РФ от 17 июня 2025 года №903.

Тема 1.4 Средства измерения для линейных величин

1. Что такое плоскопараллельные концевые меры длины?
2. Какова область их применения?
3. Что такое наборы концевых мер?
4. Какую конструктивную форму могут иметь концевые меры длины.
5. Что такое притираемость концевых мер длины и чем она обеспечивается? Толщина притирочного слоя?
6. Какие требования предъявляются к материалу, из которого должны изготавливаться концевые меры длины.
7. Что такое классы концевых мер длины и чем они характеризуются?
8. Назовите типы штангенинструментов.

9. Какие вы знаете модели штангенциркулей? Назовите их конструктивные особенности и назначение.
10. Как отсчитываются при измерениях целые и дробные доли миллиметров?
11. Расскажите устройство нониуса.
12. Для каких целей маркируется толщина губок у некоторых моделей штангенциркулей?
13. Для чего служит штангенглубиномер?
14. Перечислите виды микрометрических инструментов.
15. Расскажите устройство микрометров.
16. Расскажите и покажите, как снимать показания микрометра?
17. Как выполнить настройку микрометра на нуль.
18. Для чего служит трещотка?
19. Расскажите устройство микрометрического глубиномера.
20. Расскажите устройство микрометрического нутромера.
21. Что называют калибром?
22. Для чего служат гладкие предельные калибры?
23. Когда отверстие или вал считается годным при контроле их калибрами?
24. Какие калибры бывают по назначению, конструктивному признаку, форме измерительной поверхности?
25. Что является номинальным размером для проходной и непроходной стороны калибра-пробки и калибра-скобы?
26. Что называют исполнительным размером калибра?
27. Что является исполнительным размером проходной и непроходной стороны калибра-пробки и калибра-скобы и как они указываются на рабочем чертеже калибра?
28. Какое отличие в расположении полей допусков проходной и непроходной сторон калибров при контроле отверстий и валов размерами до 180 мм и свыше 180 мм?
29. Почему нормируется износ только у проходной стороны калибра?
30. Как влияет точность деталей, контролируемых калибрами, на границу износа?

Раздел 2. Основы метрологического обеспечения

Тема 2.1 Метрология – наука об измерениях

1. Расскажите основные этапы развития метрологии в России.
2. Перечислите основные задачи метрологии.
3. Поясните причины развития метрологии, стандартизации и сертификации в процессе человеческой деятельности.
4. Назовите основные этапы деятельности по развитию метрологии, стандартизации и сертификации.
5. Какова взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации?
6. Что такое качество продукции, услуги?
7. Что такое метрологическое обеспечение производства?
8. Перечислите объекты метрологического обеспечения.
9. Какие могут быть проблемы и риски при отсутствии метрологического обеспечения.
10. В чем заключается поверка средств измерений?
11. Назовите виды поверок? Охарактеризуйте их.
12. В чем заключается калибровка средств измерений?
13. В чем заключается разница между поверкой и калибровкой средств измерений?
14. Назовите практическое применение поверки и калибровки СИ.

Тема 2.2. Правовые основы обеспечения единства измерений

1. Назовите главный нормативный акт по обеспечению единства измерений.

2. Перечислите цели Закона «Об обеспечении единства измерений».
3. Назовите состав метрологической службы РФ.
4. Структура органов по метрологии РФ
5. Задачи, выполняемые органами Государственной метрологической службы.
6. Виды Государственного метрологического контроля и надзора (ГМКиН).
7. Перечислите объекты государственного метрологического надзора и контроля.
8. Виды проверок ГМКиН.
9. Назовите условия при которых наступает юридическая ответственность за нарушение нормативных требований по метрологии.

Тема 2.3 Физические величины и их единицы

1. Что представляет собой система единиц физических величин?
2. Когда введена в действие SI?
3. Какие основные физические единицы в неё входят?
4. Что такое производная единица? Приведите примеры таких единиц?
5. В чем заключается измерение величины?
6. Что называют единицей измерений физической величины?
7. Для чего введено понятие «размерность»?
8. Как выразить размерность производной физической величины?
9. Какие величины называются безразмерными?
10. Какие кратные и дольные единицы установлены в SI?
11. Какие вы знаете внесистемные единицы измерения?

Тема 2.4 Государственная метрологическая служба РФ

1. Основные функции агентства Ростехрегулирования.
2. Задачи, выполняемые органами Государственной метрологической службы.
3. Виды Государственного метрологического контроля и надзора.
4. Объекты государственного метрологического надзора и контроля.
5. Виды проверок Государственного метрологического контроля и надзора.
6. Правовая основа обеспечения единства измерений.
7. Техническая основа обеспечения единства измерений.
8. Организационная основа обеспечения единства измерений.
9. Научная основа обеспечения единства измерений.
10. Какой существует порядок выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений?

Раздел 3. Основы стандартизации

Тема 3.1 Сущность стандартизации, нормативные документы по стандартизации.

1. Перечислите цели, принципы, функции и задачи стандартизации и поясните на примерах.
2. Перечислите законодательную и нормативную базу стандартизации.
3. Перечислите известные вам нормативные документы по стандартизации. Охарактеризуйте каждый из этих документов.
4. Кто является участниками работ по стандартизации?
5. Перечислите основные положения Приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 июля 2017 г. N 1537 "Об организации деятельности технического комитета по стандартизации "Судостроение".
6. Что собой представляет государственной системы стандартизации РФ?
7. С какой целью введена государственная система стандартизации и проведение каких работ по стандартизации он регламентирует?
8. Перечислите основные стандарты государственной системы стандартизации.

9. Перечислите основные цели и задачи Госстандарта РФ. Какие основные функции выполняют технические комитеты Госстандарта России?
10. Какие службы по стандартизации функционируют на предприятиях и какие нормативные документы они разрабатывают?
11. Объясните суть государственного надзора за внедрением и исполнением стандартов.
12. Приведите примеры категорий и видов стандартов и опишите условия их применения.
13. На какие методы стандартизации распространяется принцип обеспечения функциональной взаимозаменяемости?
14. Назовите назначение и область применения стандарта предприятия.
15. Что такое стандарт организации?
16. Кто разрабатывает СТО?
17. Чем отличается СТО от ГОСТ и ТУ?

Тема 3.2 Методы стандартизации

1. Дайте определение понятия «Метод стандартизации».
2. Охарактеризуйте метод «Упорядочение объектов стандартизации».
3. В чем заключается сущность комплексной стандартизации.
4. Охарактеризуйте метод «Параметрическая стандартизация».
5. Охарактеризуйте метод «Унификация продукции». Назовите основные направления.
6. Охарактеризуйте метод «Агрегатирование» в создании новой техники.
7. В чем заключается сущность метода «Опережающая стандартизация».
8. Что такое штриховой код?
9. Для чего его применяют?
10. Какие существуют способы кодирования?
11. Как определить подлинность товара по штрих-коду?
12. Как определить страну производителя?
13. Расшифруйте цифровой код 4820024700016.
14. Для чего используется общероссийский классификатор продукции (ОК 005-93)?
15. В чем заключается принцип его построения?
16. Какие методы стандартизации используются в судостроении?
17. Какие документы вы знаете по унификации в судостроении?
18. Расскажите о внутривидовой и межвидовой унификации в судостроении.
19. Расскажите о методике проведения унификации в судостроении.
20. Расскажите о технико-экономической эффективности унификации в судостроении.
21. Какие параметры изделий называют основными? Какие параметры машин можно отнести к основным?
22. Какие параметры машин называют главными? Приведите примеры главных параметров машин
23. Что понимают под параметрической стандартизацией? Каково её значение?
24. Что называют параметрическим рядом? Какие характеристики параметрических рядов Вы знаете?
25. Что является базой для построения параметрических рядов?
26. Каким требованиям должны удовлетворять ряды предпочтительных чисел?
27. Какие ряды предпочтительных чисел наиболее широко используются? Как обозначают эти ряды?
28. Какие ряды предпочтительных чисел называют основными и дополнительными? Каковы их знаменатели?
29. Какие ряды нормальных линейных размеров устанавливает ГОСТ 6336-69?

Тема 3.3 Правовые основы стандартизации. Международная стандартизация.

1. Дать определение термина «Национальный стандарт».
2. Перечислите виды национальных стандартов РФ.
3. Дать определение термина «Общероссийский классификатор».
4. Для чего используется общероссийский классификатор? Что он позволяет?
5. Дать определение термина «Правила по стандартизации».
6. Дать определение термина «Рекомендации по стандартизации».
7. Какие ведущие международные организации по стандартизации вы знаете?
8. Перечислите задачи международного сотрудничества.
9. Международная организация по стандартизации ИСО.
10. Что такое стандарты ИСО? Зачем они нужны?
11. Почему соответствие стандартам ИСО - это преимущество? Какие организации созданы в России для участия в работе с ИСО? Перечислите их основные функции.
12. Международная электротехническая комиссия МЭК.
13. Международный союз электросвязи МСЭ.
14. Европейская организация по качеству ЕОК.
15. Европейский комитет по стандартизации СЕН.
16. Европейский комитет по стандартизации в электротехнике СЕНЭЛЕК
17. Европейский институт по стандартизации в области электросвязи ЕТСИ.
18. Приведите примеры применения международных стандартов в отечественной практике.
19. Назовите крупнейшие региональные организации по стандартизации.
20. Что понимают под гармонизацией стандартов и каковы ее цели?
21. На каком уровне или какой основе могут быть гармонизированы стандарты?
22. Какими способами можно в Российской Федерации использовать международные стандарты?

Тема 3.4 Научная база стандартизации

1. Каким образом определяется оптимальный уровень унификации и стандартизации?
2. Перечислите известные вам показатели стандартизации и унификации.
3. Назовите категории, на которые подразделяют все детали с сборочные единицы при определении уровня стандартизации и унификации.
4. Напишите формулу по которой определяется коэффициент применимости изделия.
5. Назовите органы, осуществляющие государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов.
6. Перечислите права органов государственного контроля (надзора) при осуществлении ими своих полномочий.
7. Назовите обязанности органов государственного контроля (надзора) при осуществлении ими своих полномочий.

Тема 3.5 Порядок разработки национальных стандартов. Знак соответствия национальному стандарту.

1. Перечислите этапы разработки и утверждения национального стандарта.
2. Каким законом установлен порядок разработки национального стандарта?
3. Как происходит процедура обновления национального стандарта.
4. Как происходит внесение поправок в национальный стандарт.
5. Как происходит отмена национального стандарта.
6. Каким законом утверждено изображение знака соответствия национальному стандарту?

7. Расскажите порядок применения знака соответствия национальному стандарту?
8. Перечислите известные вам службы (отделы) стандартизации на предприятии.
9. Перечислите известные вам службы (отделы) стандартизации, осуществляющие государственный контроль и надзор за соблюдением требований национальных стандартов.
10. Назовите документы по стандартизации, действующие в судостроении.
11. В чем заключается проведение работ по созданию электронного фонда стандартов в судостроении.
12. Перечислите этапы разработки и внедрения документов по стандартизации, контроль их соблюдения в судостроении.
13. Назовите порядок проведения работ по актуализации документов по стандартизации в судостроении.

Тема 3.6 Эффективность работ по стандартизации

1. Что понимают под эффективностью работ по стандартизации?
2. От чего зависят цели определения эффективности работ по стандартизации?
3. Перечислите критерии эффективности работ.
4. Перечислите основные виды эффективности работ по стандартизации.
5. В чем заключается экономическая эффективность работ по стандартизации.
6. В чем заключается техническая и(или) информационная эффективность работ по стандартизации.
7. В чем заключается социальная эффективность работ по стандартизации.
8. В чем заключается технико-экономическая эффективность работ по стандартизации и унификации в судостроении.

Раздел 4. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости

Тема 4.1 Основные понятия и определения о размерах, отклонениях, допусках и посадках, о точности и взаимозаменяемости.

1. Почему при изготовлении изделий неизбежны погрешности размеров?
2. Дать определение какой размер называют номинальным.
3. Дать определение какой размер называют действительным.
4. В чём разница между номинальным и действительным размерами?
5. Какие размеры называют предельными?
6. Как связаны между собой предельный размер, номинальный размер и предельное отклонение?
7. Сформулируйте условия годности действительного размера вала.
8. Сформулируйте условия годности действительного размера отверстия.
9. В каком случае действительный размер, равный номинальному, окажется бракованным?
10. Дайте определение термина «Взаимозаменяемость».
11. Какие виды взаимозаменяемости вы знаете?
12. Дайте определение термина «Полная взаимозаменяемость».
13. Дайте определение термина «Неполная взаимозаменяемость».
14. Перечислите факторы, влияющие на точность изготовления детали.
15. Перечислите виды погрешностей, появляющихся в процессе изготовления деталей.
16. Назовите какие вы знаете отклонения формы поверхностей. Расскажите о каждом из этих отклонений формы поверхностей.
17. Назовите какие вы знаете отклонения расположения поверхностей. Расскажите о каждом из этих отклонений расположения поверхностей.
18. Дайте определение термина «Шероховатость поверхности».
19. Как влияет шероховатость на эксплуатационные характеристики изделия?

20. Перечислите основные параметры шероховатости.
21. Охарактеризуйте параметр R_a . В каких случаях используют данный параметр для обозначения шероховатости?
22. Охарактеризуйте параметр R_z . В каких случаях используют данный параметр для обозначения шероховатости?
23. Расскажите правила обозначения шероховатости поверхностей на чертежах.
24. Перечислите способы измерения шероховатости поверхности.

Тема 4.2 Основные сведения о размерах и соединениях в машиностроении. Номинальный и действительный размер.

1. Как понимать обозначение $50_{-0.39}$ на чертеже? Чему в этом случае равно верхнее отклонение?
2. Как понимать обозначение $75^{+0.030}$ на чертеже? Чему в этом случае равно нижнее отклонение?
3. Какие элементы деталей имеют обобщённое название «отверстие»? Приведите конкретные примеры.
4. Какие элементы деталей имеют обобщённое название «вал»? Приведите конкретные примеры.
5. Как графически изображаются размеры, отклонения и поле допуска? Что на схеме обозначает нулевая линия?
6. Что определяет допуск?
7. Как связаны между собой предельные размеры и допуск?
8. Как связаны между собой предельные отклонения и допуск?
9. В чём различие между понятиями «допуск» и «поле допуска»?

Тема 4.3 Размеры сопрягаемые и несопрягаемые.

1. Дайте определение термина «Сопрягаемые поверхности».
2. Дайте определение термина «Несопрягаемые поверхности».
3. Что называют посадкой (в машиностроении)?
4. Какое соединение деталей называют посадкой с зазором?
5. Что такое наименьший зазор?
6. Что такое наибольший зазор?
7. Какое соединение деталей называют посадкой с натягом?
8. Что такое наименьший натяг?
9. Что такое наибольший натяг?
10. Дать определение понятия «Допуск посадки».

Тема 4.4 Система допусков и посадок для гладких элементов деталей

1. Что такое посадка?
2. Чем характеризуется посадка?
3. Что такое зазор и каковы условия его образования?
4. Что такое натяг и каковы условия его образования?
5. Какие группы посадок существуют? Для каких целей применяются посадки каждой группы?
6. Как образуются посадки в системе отверстия?
7. Как образуются посадки в системе вала?
8. Какая из систем посадок является предпочтительной и почему?
9. Как расположено поле допуска основного отверстия в системе отверстия?
10. Как расположено поле допуска основного вала в системе вала?
11. Как по взаимному расположению полей допусков отверстия и вала при графическом изображении посадки определить характер соединения?
12. Что такое система допусков и посадок?

13. Почему в стандартах на допуски и посадки используются понятие «интервал размера»?
14. Как называются ряды точности в ЕСДП?
15. Как связаны качества со способом обработки поверхностей?
16. Как обозначаются на чертежах поля допуска основного отверстия и основного вала? Как расположены поля допусков этих деталей?
17. Как обозначаются на чертежах поля допусков отверстий и валов? Чем отличаются обозначения полей допусков отверстий от обозначения полей допусков валов?
18. Как наносятся предельные отклонения размеров на чертежах деталей?
19. Что означают размеры 30H7 и 50f8 на чертеже детали?
20. Какие качества предназначены для образования посадок?
21. Как обозначаются посадки на чертежах сборочных единиц?
22. Как в соответствии с обозначением посадки на чертеже сборочной единицы определить, к какой группе эта посадка относится?
23. Какими условиями ограничено применение системы допусков и посадок ОСТ в настоящее время?
24. Как называются ряды точности в системе ОСТ?
25. Как связаны классы точности со способами обработки поверхностей?
26. Как обозначается на чертежах поле допуска основного отверстия и основного вала?
27. Как обозначаются на чертежах поля допусков валов в системе отверстия и отверстий в системе вала?

Тема 4.5 Нормирование расположения поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей.

1. Что такое номинальная форма поверхности, реальная поверхность, профиль поверхности и прилегающая поверхность?
2. Что такое комплексные и частные требования?
3. Перечислите виды отклонений формы поверхности и условные обозначения их на чертеже.
4. Что такое отклонение от прямолинейности в плоскости? Какие средства измерений применяют для их выявления?
5. Что такое отклонение от плоскостности? Какие средства измерений применяют для его выявления?
6. Перечислите отклонения формы цилиндрических поверхностей. Какие средства измерений применяют для их выявления?
7. Что такое номинальное и реальное расположение поверхности?
8. Что такое допуск расположения поверхности элемента детали?
9. Что такое зависимые и независимые допуски расположения поверхностей?
10. Назовите по условному обозначению на чертеже вид отклонения расположения, величину допуска и базу.
11. Что такое суммарные отклонения формы и расположения поверхности?
12. Объясните, что называется погрешностью формы деталей.
13. Назовите составляющие геометрической точности деталей.
14. Объясните причины образования погрешностей формы деталей и их отрицательное воздействие на работу различных узлов современных машин.
15. Расскажите о нормировании отклонений формы деталей.
16. Объясните, какие погрешности формы наблюдаются у гладких цилиндрических деталей в продольном и поперечном сечениях и какими допусками они ограничиваются.
17. Как указываются геометрические допуски на чертежах?
18. Как указывают на чертежах базу, относительно которой установлен допуск элемента?

19. Что такое зависимый допуск?
20. Что такое независимый допуск?
21. В чем разница между зависимым и независимым допуском?
22. Перечислите виды суммарных отклонений формы и расположения поверхностей. Расскажите о каждом из названных видов.

Тема 4.6 Шероховатость и волнистость поверхностей

1. Дайте определение термина «Шероховатость поверхности».
2. Как влияет шероховатость на эксплуатационные характеристики изделия?
3. Перечислите основные параметры шероховатости.
4. Охарактеризуйте параметр R_a . В каких случаях используют данный параметр для обозначения шероховатости?
5. Охарактеризуйте параметр R_z . В каких случаях используют данный параметр для обозначения шероховатости?
6. Расскажите правила обозначения шероховатости поверхностей на чертежах.
7. Перечислите чем характеризуется волнистость поверхности?
8. Назовите параметры волнистости.
9. Назовите правила указания зависимого и независимого допуска на чертеже.

Раздел 5. Основы сертификации

Тема 5.1 Основные понятия, цели и задачи подтверждения соответствия

1. Что такое «Сертификация»?
2. Какова цель сертификации?
3. Назовите объекты сертификации.
4. Что такое «Оценка соответствия»?
5. Перечислите и поясните основные принципы подтверждения соответствия.
6. Перечислите основные законы РФ, обеспечивающие деятельность по сертификации в России.
7. Обязательная и добровольная сертификация. Какие цели поставлены перед ними?
8. Какие функции выполняют орган по сертификации и аккредитованные испытательные лаборатории?
9. Сформулируйте правила сертификации. Определите опорные моменты этих правил.
10. Что такое «схемы сертификации»?
11. Для чего они служат, и в чем проявляется их эффективность?
12. Что такое «Сертификат соответствия»? Опишите его основные позиции.
13. Назовите участников обязательной и добровольной сертификации, их права и обязанности.
14. Назовите виды сертификации, их основные сходства и различия.
15. Какой орган исполнительной власти контролирует деятельность по сертификации?
16. Назовите основные этапы проведения сертификации продукции.
17. Что такое испытательные лаборатории, их задача и функции.

Тема 5.2 Участники сертификации

1. Кто участвует в процедуре обязательной сертификации?
2. Каковы права и обязанности заявителя?
3. Какие функции выполняет орган по сертификации?
4. Какова роль испытательных лабораторий в процессе ПС?
5. Кто может быть экспертом органа по сертификации?
6. Кто является участником добровольной сертификации?

7. Приведите правила сертификации.
8. Какой существует порядок сертификации продукции?
9. Назовите государственные органы сертификации.
10. Какие функции возложены на каждого из участников сертификации?
11. Как выбираются характеристики товара, подлежащего сертификации?
12. Приведите порядок проведения сертификации.
13. Какой срок действия имеет сертификат на продукцию?
14. Перечислите основные функции координационного совета.
15. Назовите составляющие типовой структуры органа по сертификации.
16. Какие требования предъявляются к персоналу органа по сертификации.
17. Какие права имеет орган по сертификации.
18. Какие обязанности возлагаются на орган по сертификации.

4.2 Практические занятия

Практические занятия являются важным методом формирования профессиональных компетенций у студентов, поскольку они позволяют закрепить теоретические знания, развить навыки самостоятельного принятия решений и повысить готовность к решению реальных проблем в профессиональной деятельности.

Практическое занятие № 1

Тема: «Расчет и составление блока из плиток плоскопараллельных концевых мер длины»

Задание: составить и притереть блок для размера 59,935 мм, используя набор № 1 из концевых мер для заданного номинального размера

Практическое занятие №2

Тема: «Устройство штангенциркуля. Определение действительных размеров деталей штангенциркулем. Поверка штангенциркуля».

Задание: Измерить размеры деталей с помощью штангенциркуля.

Практическое занятие №3

Тема: «Устройство микрометра. Определение действительных размеров деталей микрометром. Поверка микрометра».

Задания: изучить устройство микрометрических приборов и приобрести навыки по их использованию для измерения деталей;

Практическое занятие №4

Тема: «Выбор средств измерений на основе теории погрешностей».

Задание: выбрать средства измерения для контроля параметров детали (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер) и указать их метрологические характеристики (предел измерения, цену деления и предельную погрешность СИ).

Практическое занятие №5

Тема: «Определение годности детали».

Задание: определить годность деталей по их заданным действительным размерам.

Практическое занятие №6

Тема: «Графические изображения размеров и отклонений».

Задание: построить по заданным размерам схемы полей допусков

Практическое занятие №7

Тема: «Определение номинальных и предельных размеров, предельных отклонений и допусков. Определение характера посадок с учётом заданных размеров вала и отверстий. Расчёт посадок, заданных в ЕСДП. Графическое изображение полей допусков».

Задание: соединение поршневого пальца с поршнем и шатуном в двигателе внутреннего сгорания осуществляется по трём видам посадок: с зазором, с натягом и по переходной посадке.

По заданным параметрам соединения определить:

- предельные размеры и допуски на изготовление деталей;
- изобразить схему расположения полей допусков отверстия и вала;
- определить предельные зазоры и натяги в соединениях при посадке с зазором, натягом или переходной.

4.3 Зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Исторические предпосылки появления метрологии.
2. Значение стандартизации в обеспечении качества продукции.
3. Роль технической документации в судостроительной отрасли.
4. Основные задачи и цели Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).
5. Функции Федерального органа по техническому регулированию и метрологии.
6. Особенности поверочных схем и процедуры поверки средств измерений.
7. Причины возникновения погрешностей при измерениях.
8. Классификация погрешностей измерений.
9. Основные метрологические характеристики измерительных средств.
10. Принципы выбора средств измерений исходя из требований точности.
11. Международные и национальные системы единиц физических величин.
12. Современные тенденции развития метрологии и стандартизации.
13. Организация метрологического обеспечения на предприятиях судостроения.
14. Назначение эталонных средств измерений.
15. Отличия стандартных образцов от обычных измерительных средств.
16. Требования к испытаниям и контролю качества продукции в судостроении.
17. Процедура аккредитации испытательных лабораторий.
18. Специфику документационного сопровождения конструкторских разработок.
19. Документы, используемые при разработке проектов в судостроении.
20. Важнейшие законодательные акты в сфере метрологии и стандартизации.
21. Нормативно-техническую базу стандартизации.
22. История формирования национальной системы стандартизации в России.
23. Примеры международного сотрудничества в области стандартизации.
24. Деятельность Международной электротехнической комиссии (МЭК).
25. Международный опыт стандартизации кораблестроительных технологий.
26. Методы проверки подлинности товаров по штрих-кодам.
27. Этапы процесса разработки и утверждения стандартов предприятий.
28. Эффективность работ по стандартизации и унификации.
29. Необходимость соблюдения установленных стандартов.
30. Контроль исполнения документов по стандартизации.
31. Факторы, определяющие уровень качества продукции.
32. Понятия о размерах, отклонениях и допусках.
33. Использование понятий пригодности действительных размеров.
34. Проблемы, возникающие при обработке деталей.
35. Параметры шероховатости поверхности и их влияние на качество изделия.
36. Критерии классификации погрешностей изготовления деталей.

37. Процедуры выборки и составления блоков плоскопараллельных мер длины.
38. Устройство и принцип работы штангенциркуля.
39. Применение микрометра для точного измерения деталей.
40. Теория погрешностей и выбор средств измерений.
41. Термины и определения, применяемые в процессе стандартизации.
42. Цели и задачи межгосударственных органов по стандартизации.
43. Ключевые международные стандарты и их значение для судостроения.
44. Понятие о добровольной и обязательной сертификации.
45. Обязанности заявителя при проведении сертификации.
46. Формы и способы подтверждения соответствия продукции стандартам.
47. Задачи сертифицирующих органов.
48. Документы, подтверждающие прохождение сертификации.
49. Объекты сертификации в судостроении.
50. Требования к маркировке сертифицированной продукции.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Колледж

Е.Н. Зацепина

МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

*Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ
для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение»
очная и заочная форма обучения*

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Елена Николаевна Зацепина

Метрология и стандартизация. Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 78 с.

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026

© Зацепина Е.Н., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА.....	4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА.....	7
3.1 Содержание лекционных занятий.....	7
3.2 Практические занятия.....	11
3.3 Зачёт	75
4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	76
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ.....	77

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА ОП.05 «Метрология и стандартизация»

Дисциплина предназначена для изучения студентами специальности 26.02.02 «Судостроение» и входит в общепрофессиональный учебный цикл.

Метрология является одной из ключевых дисциплин в инженерном образовании, особенно важной для судостроителей. Она изучает методы измерения физических величин, средства измерений, единицы измерений и принципы оценки точности полученных результатов. Цель изучения метрологии в рамках специальности «Судостроение» заключается в формировании компетенций, необходимых инженерам-судостроителям для эффективного решения профессиональных задач. Дисциплина предоставляет важную теоретико-практическую базу, необходимую каждому специалисту в области судостроения для эффективной профессиональной деятельности, ориентированной на достижение высокого качества и надежности конечной продукции.

Учебный процесс сочетает лекции и практические занятия, нацеленные на развитие навыков самостоятельной работы, анализа и интерпретации информации. Курс предназначен для освоения общих и профессиональных концепций. Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Основной целью курса метрологии для студентов направления подготовки «Судостроение» является обеспечение будущих инженеров глубокими теоретическими знаниями и прочными практическими умениями в области измерений и контроля качества материалов, конструкций и изделий. Это позволяет специалистам успешно решать практические задачи проектирования, производства и эксплуатации судов.

Задачи курса направлены на формирование конкретных практических навыков и способностей, позволяющих будущим специалистам уверенно ориентироваться в вопросах измерения и оценки точности применительно к процессу строительства и эксплуатации кораблей. К основным задачам относятся:

- Изучение основ теории измерений, включая классификацию и характеристики измерительных приборов.
- Освоение принципов построения и функционирования современных измерительных устройств и систем.
- Анализ факторов, влияющих на точность измерений, и изучение способов минимизации ошибок.
- Практическое применение методик расчета неопределенностей и статистической обработки результатов измерений.
- Получение опыта проведения лабораторных исследований и анализа полученных данных.
- Ознакомление с международными стандартами и нормами в области метрологии и сертификации продукции.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части;
- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации;
- выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;
- оценивать практическую значимость результатов поиска;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;
- использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- проявлять толерантность в рабочем коллективе;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;
- участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;
- строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;
- кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);
- писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;
- использовать программное обеспечение для выполнения расчетов;
- производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении;
- пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации;
- использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов;
- интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов;

- использовать типовые методики для теоретических расчетов;

знать:

- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
- структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
- методы работы в профессиональной и смежных сферах;
- порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- приемы структурирования информации;
- формат оформления результатов поиска информации;
- современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;
- правила оформления документов;
- правила построения устных сообщений;
- правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;
- основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);
- лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;
- особенности произношения;
- правила чтения текстов профессиональной направленности;
- правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП;
- основы технологии судостроительного производства;
- основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения;
- характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов;
- основы проведения патентных исследований;
- методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ;
- порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации;
- технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

3.1 Содержание лекционных занятий

Тема 1.1. Основные понятия и определения метрологии

Тема посвящена введению в основные понятия и определения метрологии, науки об измерениях. Рассматриваются ключевые элементы, лежащие в основе этой дисциплины, такие как предмет метрологии, определения базовых понятий.

Тема 1.2. Основы технических измерений. Погрешности измерений.

Общая характеристика объектов измерений. Понятие о видах, методах и средствах измерений.

Средства измерений, их классификация. Метрологические характеристики измерительных средств. Классы точности средств измерений. Выбор средств измерений и контроля. Условия измерения и контроля. Средства для измерения и контроля линейных размеров, отклонений формы, расположения и шероховатости поверхностей

Основные характеристики и критерии качества измерений. Виды контроля. Методики выполнения измерения. Точность методов и результатов измерений.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Эталоны единиц физических величин. Поверочные схемы. Поверка и калибровка средств измерений. Российская система калибровки. Стандартные образцы.

Причины возникновения погрешностей измерения. Основные и дополнительные, абсолютные, относительные и приведенные погрешности измерения.

Погрешности средств измерений: основная и дополнительная, динамическая и статическая. Допускаемая погрешность измерения, предельная погрешность средства измерения.

Тема 1.3 Техническое законодательство как основа метрологии и стандартизации

Понятие о техническом регулировании и техническом регламенте.

Основные понятия и принципы технического регулирования. ФЗ «О техническом регулировании». Объекты и субъекты технического регулирования. Федеральный орган по техническому регулированию и метрологии. Цели, задачи и функции Росстандарта.

Необходимость разработки технического регламента и его структура.

Порядок разработки технических регламентов. Взаимосвязь технических регламентов и стандартов.

Международные и региональные организации по метрологии. Ответственность за нарушение метрологических правил.

Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта

Тема 1.4 Средства измерения для линейных величин.

Штриховые инструменты измерения линейных величин: определение и разновидности штриховых инструментов, конструкция и устройство штангенциркулей, микрометров, индикаторов и рулеток; способы считывания показаний и использование при контроле размеров деталей.

Гладкие калибры: понятие гладкого калибра и его предназначение; типы гладких калибров: проходные и непроходные; методы контроля геометрических характеристик деталей с использованием гладких калибров.

Раздел 2. Основы метрологического обеспечения

Тема 2.1 Метрология – наука об измерениях

Краткая история развития метрологии. Основные понятия и задачи метрологии. Взаимосвязь качества продукции со стандартизацией, метрологией и сертификацией. Понятие метрологического обеспечения.

Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.

Проверка и калибровка средств измерения.

Тема 2.2 Правовые основы обеспечения единства измерений

Нормативно-правовая база метрологии. ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Юридическая ответственность за нарушение нормативных требований по метрологии.

Тема 2.3 Физические величины и их единицы

Международная система единиц физических величин (СИ). Основные, дополнительные, кратные, дольные и внесистемные единицы. Преимущества и достоинства применения международной системы СИ перед другими системами единиц

Тема 2.4 Государственная метрологическая служба РФ

Государственная метрологическая служба и ее органы. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Их функции и задачи. Метрологическое обеспечение производства, испытаний и контроля качества продукции. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации. Требования к испытательным лабораториям и их аккредитация. Аттестация испытательного оборудования. Сертификация СИ. Государственный метрологический контроль и надзор.

Раздел 3. Основы стандартизации

Тема 3.1 Сущность стандартизации, нормативные документы по стандартизации.

Исторические основы развития стандартизации. Цели, принципы, функции и задачи стандартизации. Правовые аспекты построения и содержания национальной системы стандартизации. Основные понятия в области стандартизации.

Нормативные документы по стандартизации. Участники стандартизации в РФ. Организационные основы стандартизации в судостроении. Понятие о ГСС. Состав и назначение стандартов ГСС РФ. Стандарт предприятия.

Тема 3.2. Методы стандартизации

Методы стандартизации и их характеристика: упорядочение объектов стандартизации, параметрическая стандартизация, Комплексная и опережающая стандартизация, классификация, кодирование и каталогизация объектов стандартизации.

Определение подлинности товара по штрих-коду. Построение Общероссийского классификатора продукции (ОК 005-93).

Методы стандартизации, применяемые на судостроительном предприятии: унификация, типизация, модулирование. Документы по унификации в судостроении. Стандартизация и унификация кораблей и судов.

Тема 3.3 Правовые основы стандартизации. Международная стандартизация.

Документы по стандартизации. Национальные стандарты, виды национальных стандартов. Общероссийские классификаторы. Стандарты организаций: требования, объекты, разработка и утверждение стандартов организаций. Правила, рекомендации и свод правил по стандартизации.

Международная государственная система стандартизации в СНГ.

Задачи международного сотрудничества. Международная организация по стандартизации (ИСО): характеристика, цель деятельности, задачи, функции. Практика деятельности ИСО.

Международная электротехническая комиссия (МЭК): цель деятельности, задачи, функции. Организация работ по стандартизации в рамках Европейского союза.

Деятельность региональных организаций по стандартизации. Международные стандарты. Применение международных стандартов в отечественной практике.

Тема 3.4 Научная база стандартизации

Определение оптимального уровня унификации и стандартизации.

Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

Тема 3.5. Порядок разработки национальных стандартов. Знак соответствия национальному стандарту

Службы (отделы) стандартизации на предприятии. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований национальных стандартов.

Документы по стандартизации, действующие в судостроении. Создание электронного фонда стандартов в судостроении.

Планирование и порядок разработки и внедрения документов по стандартизации, контроль их соблюдения в судостроении. Порядок проведения работ по актуализации документов по стандартизации.

Тема 3.6. Эффективность работ по стандартизации

Эффективность работ по стандартизации, цели определения эффективности. Технико-экономическая эффективность работ по стандартизации и унификации в судостроении.

Раздел 4. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости

Тема 4.1 Основные понятия и определения о размерах, отклонениях, допусках и посадках, о точности и взаимозаменяемости.

Основные термины и определения. Определение годности действительных размеров. Взаимозаменяемость. Виды и назначение взаимозаменяемости. Понятие о неизбежности возникновения погрешностей при изготовлении деталей. Виды погрешностей и их сущность; погрешности размеров, формы, расположения и шероховатости поверхности.

Тема 4.2. Основные сведения о размерах и соединениях в машиностроении. Номинальный и действительный размер

Действительное отклонение. Предельные размеры и отклонения. Допуск размера. Поле допуска. Обозначение номинальных размеров и предельных отклонений размеров на чертежах.

Тема 4.3. Размеры сопрягаемые и несопрягаемые

Сопряжение (соединение) двух деталей с зазором и натягом. Посадка. Наименьший и наибольший зазор и натяг. Допуск посадки.

Тема 4.4 Система допусков и посадок для гладких элементов деталей

Основные понятия о посадках. Посадки в системе отверстий и системе вала. Единая система допусков и посадок (ЕСДП): интервалы размеров, единица допуска, квалитеты.

Основные отклонения отверстий и валов. Система вала и система отверстия. Таблица предельных отклонений размеров.

Указание точности размеров. Приемочные границы при определении действительного размера.

Обозначение посадок на чертежах. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками (свободные размеры).

Тема 4.5 Нормирование расположения поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей.

Поверхности (профили) номинальные и реальные. Основные определения параметров формы и расположения поверхностей. Виды отклонений формы поверхностей. Виды отклонений расположения поверхностей.

Понятие баз при нормировании и измерении точности расположения поверхностей. Обозначение допусков отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах.

Зависимые и независимые допуски отклонений расположения и формы поверхностей. Виды суммарных отклонений формы и расположения поверхностей.

Тема 4.6. Шероховатость и волнистость поверхностей

Точность обработки, понятие о параметрах шероховатости поверхности, их обозначение на чертежах. Волнистость поверхности.

Раздел 5. Основы сертификации

Тема 5.1. Основные понятия, цели и задачи подтверждения соответствия

Объекты и формы подтверждения соответствия. Добровольное и обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Добровольная и обязательная сертификации.

Тема 5.2. Участники сертификации

Заявитель, его права и обязанности. Органы по сертификации: функции, типовая структура, права и обязанности.

3.2 Практические занятия

Практическое занятие № 1

Тема: «Расчёт и составление блока из плиток плоскопараллельных концевых мер длины»

Цель: ознакомиться с плоскопараллельными концевыми мерами длины, научиться составлять из них блоки для заданных размеров.

Задание: составить и притереть блок для размера 59,935 мм, используя набор № 1 из концевых мер для заданного номинального размера.

Технические средства обучения: набор плиток плоскопараллельных концевых мер длины.

Ход работы

Составляем блок концевых мер для номинального размера, предложенного преподавателем, в соответствии с имеющимся набором концевых мер (№1, класс точности 3).

- 1) подбираем меру, которая содержит наименьшую долю размера;
- 2) размер выбранной меры вычитаем из размера блока и определяем остаток;
- 3) подбираем следующую меру, которая содержит наименьшую долю остатка, и определяю новый остаток и т.д. Из всех возможных вариантов состава блока выбираем тот, который содержит наименьшее число мер. При меньшем количестве мер вошедших в блок его точность возрастает. Количество концевых мер в блоке не должно превышать четырех-пяти штук.

Теоретические сведения:

Средства измерения

Набор плоскопараллельных концевых мер длины № 1 (ГОСТ 9038–90), класс точности – 3, разряд – 5.

Плоскопараллельные концевые меры длины (концевые меры) представляют собой плитки, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов или стержней с двумя плоскими взаимно параллельными измерительными поверхностями, расстояние между которыми воспроизводит определённое значение длины.

С их помощью хранят и воспроизводят размер единицы длины, проверяют и меры, и измерительные приборы, такие, как оптиметры, микрометры. Меры используют также для установки на нуль при относительных измерениях (например, нутромером индикаторным), для непосредственных измерений размеров изделий, а также для особо точных разметочных работ и наладки станков.

Концевые меры изготавливают из инструментальной стали марок и из твёрдого сплава, а также из кварца; измерительные поверхности должны быть тщательно обработаны с и с минимальными отклонениями от плоскостности и параллельности. Каждая концевая мера воспроизводит только один размер, например: 20; 3,5; 1,26 или 1,007 мм и т. д.

Номинальный размер плоскопараллельной концевой меры – длина перпендикуляра, проведённого из середины одной из измерительных поверхностей меры на противоположную измерительную поверхность. Этот размер наносится на каждую меру.

Отклонение длины концевой меры – наибольшая разность между длиной меры в любой точке и номинальной длиной

Отклонение от плоскопараллельности измерительных поверхностей концевой меры – разность между наибольшей и наименьшей длинами концевой меры

Концевые меры должны обладать высокой точностью, притираемостью и стабильностью.

Для концевых мер установлено семь классов точности: 00; 01; 0; 1; 2; 3; в зависимости от точности их изготовления: допускаемыми отклонениями от номинального значения и от плоскопараллельности (только последние два класса точности, как правило, используют на предприятиях).

Притираемость – это способность концевых мер прочно сцепляться своими измерительными поверхностями при надвигании одной меры на другую.

Сцепляемость мер происходит из-за молекулярного притяжения тщательно обработанных поверхностей. Свойство притираемости концевых мер позволяет составлять блоки любого размера до третьего десятичного знака

Прежде чем начать составление блока нужно отобрать входящие в него меры, вытереть смазку чистой салфеткой, промыть меры в бензине и высушить.

Концевые меры длины комплектуют в различные наборы (рисунок 4.1) по их числу и размерам номинальных длин. В наборы, кроме основных мер, входят так называемые защитные меры из твёрдого сплава, которые притираются к блоку всегда одной стороной и служат для защиты основных мер блока от износа и повреждений. Длины защитных мер следует учитывать при подсчёте общей длины блока. Защитные меры используют, как правило, в производственных условиях.



Рисунок 4.1 – Набор плиток плоскопараллельных концевых мер длины

Назначение средства измерений

Меры длины концевые плоскопараллельные (далее по тексту – концевые меры), предназначены для использования в качестве эталонов сравнения и рабочих эталонов в области линейных измерений, для поверки и градуировки измерительного инструмента и приборов, для настройки приборов для линейных измерений всех типов.

Описание средства измерений

Концевые меры имеют форму прямоугольного параллелепипеда с двумя плоскими взаимно параллельными измерительными поверхностями. Концевые меры изготавливаются из стали и твёрдого сплава.

Концевые меры длины имеют высокую износостойкость и обеспечивает хорошую притираемость к стеклянным пластинам и друг к другу.

Концевые меры используются по-отдельности или в блоках путём притирки нескольких мер вместе.

Концевые меры выпускаются наборами. Наборы концевых мер различаются между собой количеством и номинальными размерами мер

Концевые меры выпускаются 3-х классов точности: 0, 1 и 2

Изготавливаемые из стали и твёрдого сплава концевые меры поставляются в специальных футлярах в виде наборов.

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей концевых мер длиной свыше 0,6 до 3 мм в свободном (непритертом) состоянии не превышает 2 мкм.

Средний срок службы концевых мер из стали – не менее 2-х лет, из твёрдого сплава – не менее 4-х лет.

Диапазон рабочих температур $(20 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$,

Относительная влажность воздуха не более 80%.

Правило составления блоков

Рассмотрим правило на примере составления блока по размеру 17,105 мм.

Первая плитка всегда должна содержать последнюю цифру заданного размера. Выбираем первую плитку из микрометрического набора с размером 1,005 мм. Вычитаем из размера 17,105 размер 1,005, получаем остаток 16,1 мм.

Вторую плитку выбираем из основного набора также со значением последней цифры предыдущего остатка, т. е. 1,1 мм. Следующий остаток равен 15 мм (рисунок 4.2). Берём плитки 10 мм и 5 мм.

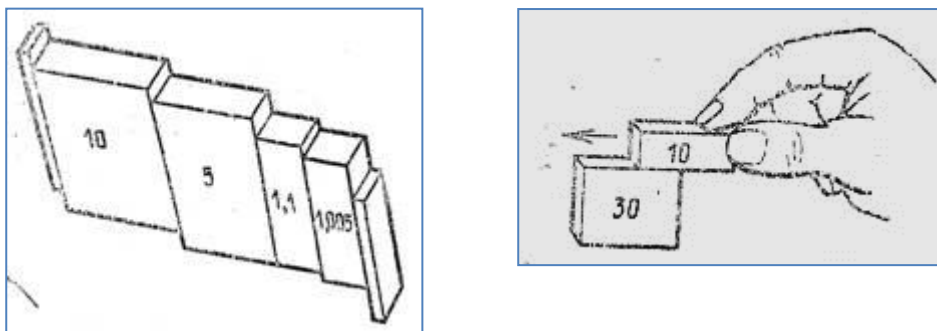


Рисунок 4.2 – Составление блока концевых мер длины

Пример выполнения задания:

Составить блок ПКМД для размера 59,935 мм, используя набор № 1. Описать порядок составления блока.

Пример: Номинальный размер первой концевой меры должен содержать последнюю цифру десятичного знака заданного размера, т. е. 0,005 мм. В наборе № 1 такой мерой будет ПКМД размером 1,005 мм.

Для расчета второй концевой меры длины необходимо из заданного для составления размера блока ПКМД вычесть размер первой подобранной концевой меры длины, равный 1,005, т. е. $59,935 - 1,005 = 58,93$ мм.

Снова подбираем концевую меру длины из набора №1, номинальный размер которой содержит последнюю цифру десятичного знака, т. е. 0,03 мм. Такой концевой мерой может быть ПКМД номинального размера 1,03 мм. Вычитая из размера 58,93 мм размер выбранной второй концевой меры длины 1,03 мм, получим $58,93 - 1,03 = 57,9$ мм. По аналогии третья ПКМД будет иметь номинальный размер 1,9 мм, а разность составит $57,9 - 1,9 = 56$ мм.

Оставшийся целый размер составляют с помощью двух концевых мер длины размером 6 мм и 50 мм.

$N_{\text{ном}} = 59,935$ мм

1-я концевая мера в блоке - $L_1 = 1,005$ мм, остаток 58,93 мм;

2-я концевая мера в блоке - $L_2 = 1,03$ мм, остаток 57,9 мм;

3-я концевая мера в блоке - $L_3 = 1,9$ мм, остаток 56 мм;

4-я концевая мера в блоке - $L_4 = 6$ мм, остаток 50 мм;

5-я концевая мера в блоке - $L_5 = 50$ мм, остаток 0.

Варианты заданий:

1 вариант – Составить блок ПКМД для размера 57,931 мм, используя набор № 1.

2 вариант – Составить блок ПКМД для размера 55,835 мм, используя набор № 1.

Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Запишите расчёты как вы проводили выбор концевых мер по примеру, указанному выше.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое плоскопараллельные концевые меры длины?
2. Какова область их применения?
3. Что такое наборы концевых мер?
4. Какую конструктивную форму могут иметь концевые меры длины.
5. Что такое притираемость концевых мер длины и чем она обеспечивается? Толщина притирочного слоя?
6. Какие требования предъявляются к материалу, из которого должны изготавливаться концевые меры длины.

7. Что такое классы концевых мер длины и чем они характеризуются?

Практическое занятие №2

Тема: «Устройство штангенциркуля. Определение действительных размеров деталей штангенциркулем. Проверка штангенциркуля».

Цель: изучить конструкцию универсального измерительного инструмента (штангенциркуля), научиться точно измерять наружные/внутренние размеры и глубины деталей с помощью его штанги и нониусной/цифровой шкалы, а также освоить методику проверки его работоспособности и точности перед использованием

Задание: измерить размеры деталей с помощью штангенциркуля

Технические средства обучения: Штангенциркуль с точностью отсчёта 0,1 мм, образцы для измерения

Теоретические сведения:

Устройство штангенциркуля

Штангенциркуль относится к категории тех инструментов, которые идеально подходят для большинства измерений. С его помощью проводят линейные измерения наружных размеров деталей разных форм и меряют глубину отверстий. Говоря о штангенинструментах, нельзя не сказать о стандартах, по которым их изготавливают. ГОСТ 166-89 предписывает выпуск стандартных моделей для проведения замеров деталей до 2000 мм, а также специальных моделей для измерения очень небольших расстояний, маленьких диаметров отверстий или очень тонких деталей, например, стенок труб. Деление инструмента на виды отмечено в том же стандарте и производится на основании того, каким образом снимают показания измерений, т.е. как ведётся отсчёт.

Нониусной – самый распространённый вид. Как понятно из названия, отсчёт ведётся по нониусной шкале. Инструмент обозначается как ШЦ. Предназначен для измерения диапазона от 0 до 2000 мм. Значение отсчёта по нониусу составляет 0,05 или 0,1.

Циферблатный – инструмент имеет циферблат, который гораздо быстрее и удобнее для снятия показаний (рисунок 4.3). Обозначается как ШЦК. Не производится никаких исчислений – достаточно посмотреть на стрелки, чтобы узнать размеры детали. Если говорить про цену деления круговой шкалы, то это 0,02; 0,05; 0,1.

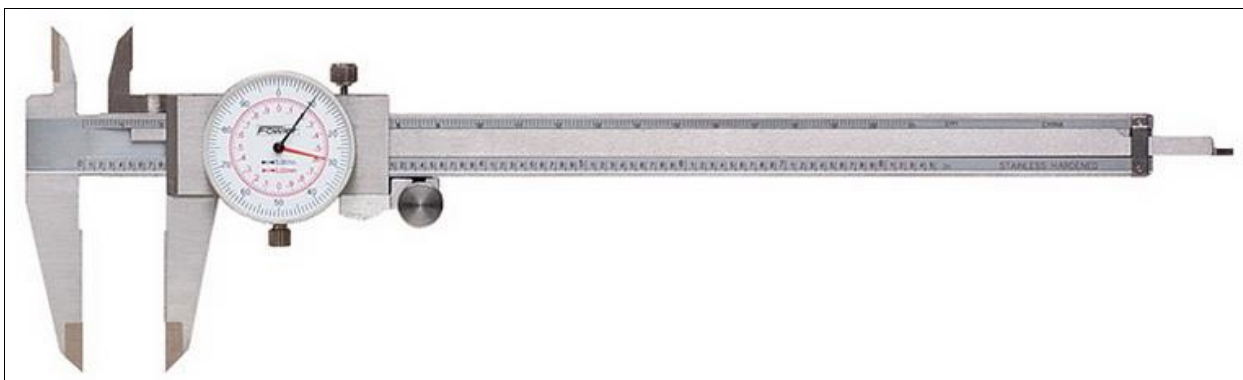


Рисунок 4.3 – Циферблатный штангенциркуль

Цифровой – устройство с ЖК-дисплеем, на котором показываются максимально точные результаты (рисунок 4.4). Обозначается как ШЦЦ. Шаг дискретности наименьший – 0,01.



Рисунок 4.4 – Цифровой штангенциркуль

При выполнении измерений важно принимать во внимание диапазон измерений, ограниченный миллиметровой шкалой инструмента. Рабочими параметрами измерительного устройства являются цена деления и предел допускаемой погрешности. Последняя характеристика напрямую связана с видом инструмента, его классом точности, а также значением измеряемой длины. Более того, учитывается температура окружающей среды.

Устройство нониусного штангенциркуля

Как у всех инструментов такого рода, у штангель циркуля есть измерительная штанга (рисунок 4.5). Именно благодаря ей пошло название целой группы инструментов. На штангу нанесена основная шкала, на которую смотрят в первую очередь, проводя замеры. По штанге движется подвижная рамка, которая содержит ещё одну шкалу, – это и есть нониус. Нониус имеет разметку на доли делений, без которых невозможно достичь точности измерений. Точность инструмента, в зависимости от разновидности, может составлять десятые и даже сотые доли миллиметра.

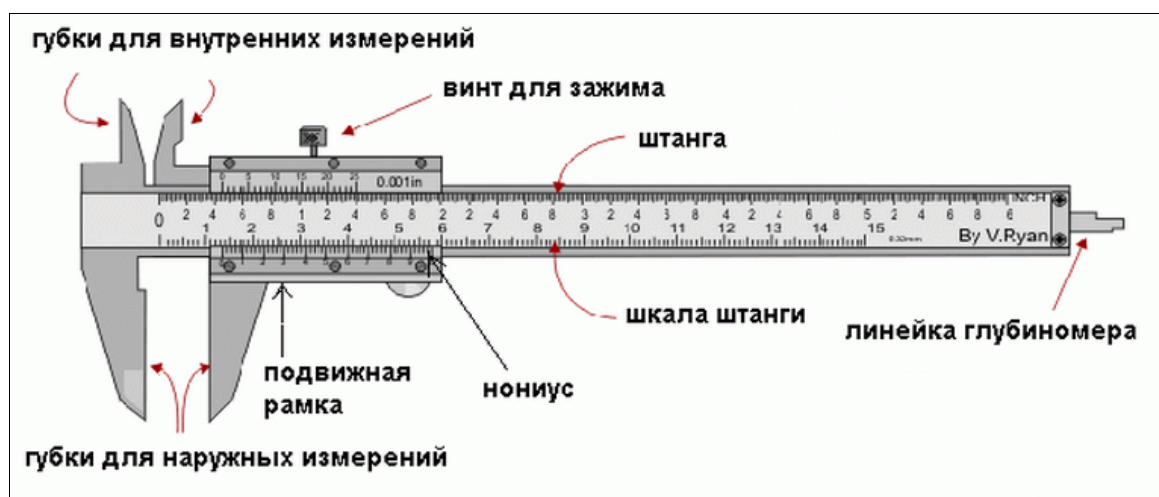


Рисунок 4.5 – Устройство нониусного штангенциркуля

Кроме перечисленных частей, у инструмента есть губки двух типов. Верхние применяются, чтобы измерять отверстия, проёмы или канавки изнутри. Нижние необходимы, чтобы мерить размеры деталей снаружи. Ещё одной составной частью является линейка глубиномера, как понятно, для измерения глубины отверстий, и винт, зажимающий и фиксирующий рамку.

Как проводятся измерения

Принцип работы, как и устройство, штангенциркуля не имеет особых сложностей. Губки разводят, двигая нониус по основной штанге, если проводятся наружные измерения. В случае с внутренними измерениями следует проделать обратную операцию. Губки сводят вместе, затем постепенно разводят, пока они не упрутся во внутренние края отверстия.

Итак, предположим, требуется узнать точный размер детали, используя стандартный штангенциркуль с глубиномером. На рисунке 4.6 ниже покажем процесс измерений: слева губки для наружных измерений зажимают деталь, размер которой требуется узнать, справа показаны основная и нониусная шкалы, деления которых и составят результат измерений.

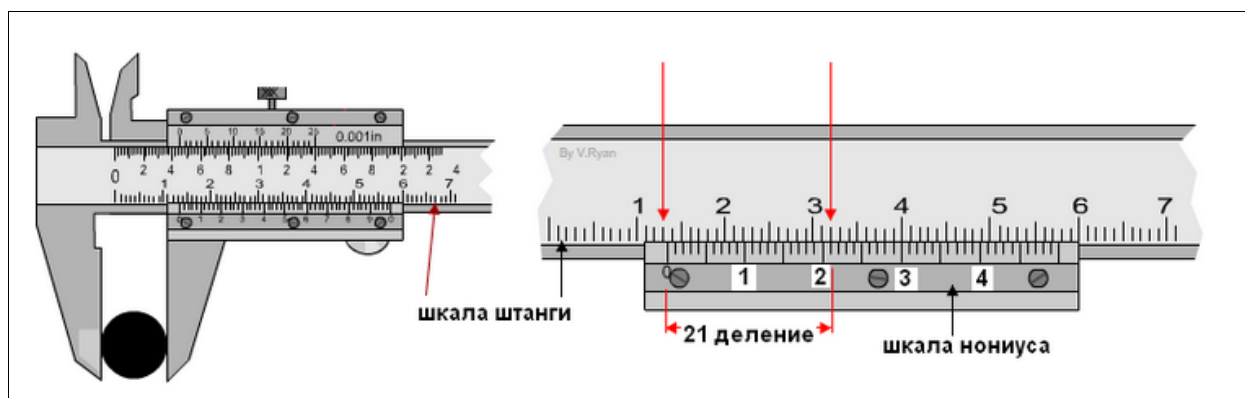


Рисунок 4.6 – Измерения с помощью нониусного штангенциркуля

Безусловно, если у вас в руках цифровой или циферблатный инструмент, процедура измерений упрощается.

Помните! Штангенциркуль – это дорогостоящий измерительный инструмент, требующий бережного обращения.

Правила обращения со штангенциркулем

Перед началом работы протереть штангенциркуль чистой тканью, удалив смазку и пыль. Нельзя очищать инструмент шлифовальной шкуркой или ножом.

Нельзя класть инструмент на нагревательные приборы.

Измерять можно только чистые детали без задиров, заусенцев, царапин.

Губки штангенциркуля имеют острые концы, поэтому при измерении нужно соблюдать осторожность.

Не допускать перекоса губок штангенциркуля. Фиксировать их положение зажимным винтом.

При чтении показаний на измерительных шкалах держать штангенциркуль прямо перед глазами.

На предприятиях штангенциркуль является одним из основных измерительных инструментов. Им пользуются рабочие различных специальностей и контролёры станочных и слесарных работ. В настоящее время всё чаще применяют штангенциркули с цифровыми индикаторами (на батарейках), позволяющие измерять детали с точностью до 0,01 мм.

Методика проверки штангенциркулей

Штангенинструменты предназначены для определения абсолютных значений линейных размеров, а также для воспроизведения размеров деталей при разметке.

К штангенинструментам относятся:

- штангенциркули;
- штангенглубиномеры;
- штанге рейсмусы.

ГОСТ 166-73 предусматривается выпуск трех типов штангенциркулей: ШЦ-I с ценой деления 0,1мм; ШЦ-II с ценой деления 0,05мм и ШЦ-III с ценой деления 0,1мм и 0,05мм.

Кроме того, на заводах используются ранее изготовленные штангенциркули с ценой деления 0,02 мм.

Методика поверки штангенциркуля представляет собой стандартизированный комплекс процедур, направленных на верификацию соответствия измерительного прибора действующим метрологическим нормативам. Процедуры выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 8.113-85 «Государственная система обеспечения единства измерений. Штангенциркули. Методика поверки» и специализированной методикой МП 57709-14 для электронных модификаций.

Методика поверки штангенциркулей регламентируется следующими документами:

- ГОСТ 8.113-85 – основной стандарт для нониусных штангенциркулей,
- МП 57709-14 – методика для цифровых штангенциркулей торговой марки «Калиброн»,

- ГОСТ 166-89 – технические требования к штангенциркулям.

Верификации подлежат нониусные и электронные штангенциркули с диапазонами измерений от 125 до 2000 мм, применяемые в областях, подпадающих под государственное метрологическое регулирование единства измерений.

Виды поверок штангенциркулей

В зависимости от ситуации и назначения могут проводиться различные виды поверок штангенциркулей. Каждый вид имеет свои особенности проведения и применяется в определенных случаях:

- Первичная поверка. Выполняется для новых приборов, поступающих с предприятий-изготовителей, после проведения капитального восстановления или при поступлении измерительных средств из зарубежных стран. Штангенциркули отечественного производства, как правило, комплектуются действующим поверочным свидетельством.

- Периодическая поверка. Осуществляется через заданные временные интервалы – ежегодно. Носит обязательный характер для измерительных приборов, эксплуатируемых в коммерческой сфере и при выполнении научно-исследовательских работ.

- Внеочередная поверка. Иницируется при возникновении подозрений в неработоспособности измерительного прибора, после его механического повреждения при падении или ударе.

- Инспекционная проверка. Проводится органами государственного метрологического надзора в рамках контрольных мероприятий.

Условия проведения поверки

Экологические параметры:

- Температурный режим: 20 ± 5 С.

- Уровень влажности: 45-80%.

- Исключение воздействия вибраций и электромагнитных полей.

Требования безопасности:

- Использование авиационного бензина для промывки (не более однодневной нормы).

- Применение резиновых перчаток при работе с растворителями.

- Соблюдение пожарной безопасности.

Подготовка штангенциркуля к поверке

- Очистка инструмента: обработка авиационным бензином согласно ГОСТ 1012-72, обтирание чистыми хлопчатобумажными материалами, устранение коррозионных проявлений и загрязняющих веществ.

- Размагничивание: обязательное выполнение процедуры для каждой детали штангенциркуля, ликвидация остаточных магнитных свойств.

- Температурная стабилизация: размещение на рабочем месте продолжительностью не менее 3 часов, настройка в рабочий режим в соответствии с технической документацией.

Операции поверки штангенциркуля

1. Внешний осмотр

Проверяются: полнота комплектации согласно паспортной документации, различимость и корректность идентификационных обозначений, состояние рабочих поверхностей, отсутствие физических дефектов.

Не допускаются: повреждения, насечки, коррозионные поражения на рабочих поверхностях, смещение края нониуса относительно шкальных делений, дефекты, затрудняющие считывание показаний.

2. Опробование механизмов

Контролируемые параметры: беспрепятственное движение рамки вдоль штанги, возможность продольной регулировки нониуса, отсутствие люфта микрометрической пары (для новых) или не более 1/2 поворота (для используемых), эффективность фиксации рамки в произвольном положении, отсутствие неконтролируемого смещения под действием гравитации.

3. Контроль шероховатости поверхностей

Требования к шероховатости: рабочие измерительные поверхности $Ra \leq 0,32$ мкм, нерабочие поверхности $Ra \leq 0,63$ мкм.

Средства контроля: профилометрическое оборудование согласно ГОСТ 19300-86, эталоны шероховатости согласно ГОСТ 9378-93.

4. Определение размера сдвинутых губок

Для штангенциркулей с цилиндрическими измерительными поверхностями:

Новые инструменты: размер должен выражаться целым числом миллиметров, отклонение от маркировки $\pm 0,03$ мм (при цене деления $\geq 0,05$ мм) или $\pm 0,01$ мм (при цене деления $< 0,05$ мм).

Эксплуатируемые инструменты: минимальный размер 7 мм (до 400 мм) или 10 мм (свыше 400 мм), отклонение от маркировки $\pm 0,03$ мм.

5. Проверка параллельности губок

Методика измерения: установка штангенциркуля на концевую меру 10 мм, измерение расстояния микрометром в 2-3 сечениях, затягивание зажима рамки.

Допустимые отклонения: новые инструменты не более 0,02 мм, эксплуатируемые не более 0,04 мм.

6. Определение погрешности измерения глубины (применяется для штангенциркулей с глубиномером) (таблица 4.1.)

Эталонные средства: концевые меры длины 20 мм (класс точности 3), плоская стеклянная пластина с отклонением от плоскостности $\leq 0,09$ мкм.

Таблица 4.1 – Пределы допускаемой погрешности

Тип	Диапазон, мм	Цена деления, мм	Погрешность, мм
Нониусные	0-125	0,02	$\pm 0,03$
		0,05	$\pm 0,05$
		0,1	$\pm 0,05$
Нониусные	0-200	0,05	$\pm 0,05$
		0,10	$\pm 0,05$
Цифровые	0-300	0,01	$\pm 0,03$

7. Определение основной погрешности (самый важный этап поверки) (таблица 4.2.)

Методика измерения: использование концевых мер длины (класс точности 3), размещение блока мер между измерительными поверхностями, обеспечение нормального скольжения при отпущенном стопорном винте.

Количество контрольных точек: штангенциркули с ценой деления 0,05 мм – 6 точек (допускается 3 при отклонении прямолинейности штанги $\leq 0,02$ мм), штангенциркули с ценой деления 0,1 мм – 3 точки, эксплуатируемые инструменты – 3 точки равномерно по длине.

Таблица 4.2 – Пределы допускаемой основной погрешности

Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Погрешность, мм
0-125	0,02	$\pm 0,03$
	0,05	$\pm 0,05$
0-200	0,05	$\pm 0,05$
0-500	0,05	$\pm 0,07$
0-1000	0,05	$\pm 0,12$
0-2000	0,05	$\pm 0,22$

8. Проверка нулевой установки

Для нониусных штангенциркулей: при сдвинутых губках смещение штриха нониуса должно быть в плюсовую сторону, контроль с концевой мерой 1,05 мм – показание не более 1,1 мм, для эксплуатируемых допускается смещение до 0,1 мм.

Средства поверки

Основные эталонные средства:

- Концевые меры длины – класс точности 3 по ГОСТ 9038-90
- Микрометр МК – класс точности 2, диапазон 0-25 мм
- Плоскопараллельная пластина – отклонение от плоскостности $\leq 0,09$

мкм

- Профилометр – для контроля шероховатости
- Лекальная линейка ЛД – класс точности 1, длина 320 мм Щупы – толщина 0,02 мм, класс точности 2

Оформление результатов поверки

По завершении всех операций составляется заключение о соответствии или несоответствии штангенциркуля требованиям. От результатов процедуры возможны два варианта оформления документации:

- При положительных: выдаётся свидетельство о поверке с указанием фактических погрешностей, нанесение поверительного клейма (кроме штангенциркулей), внесение записи в паспорт инструмента, действие свидетельства – 12 месяцев.

- При отрицательных: выдаётся извещение о непригодности с указанием причин, погашение клейма (если оно было), запрет на дальнейшее использование до устранения недостатков.

Организации, проводящие поверку

Поверку штангенциркулей могут осуществлять только специализированные метрологические организации, получившие соответствующие полномочия от государства.

Основные требования к поверочным лабораториям: аккредитация в национальной системе аккредитации, наличие аттестованных эталонных средств, квалифицированный персонал с действующими аттестатами, соблюдение условий поверки.

При выборе поверочной организации важно учитывать специализацию лабораторий. Большинство лабораторий специализируются на определенных диапазонах измерений, поэтому необходимо уточнять возможности по поверке конкретных моделей штангенциркулей.

Практические рекомендации

- Планируйте поверку заранее – за 1-2 месяца до истечения срока свидетельства
- Ведите учет сроков поверки всех измерительных инструментов
- Обеспечьте правильную транспортировку штангенциркулей в лабораторию
- Сохраняйте документы о поверке для контролирующих органов
- При выявлении неисправностей направляйте инструмент на внеочередную поверку

Методика поверки штангенциркуля по ГОСТ 8.113-85 представляет собой комплексную систему контроля метрологических характеристик измерительных инструментов. Соблюдение всех требований методики гарантирует достоверность измерений и соответствие принципам единства измерений в Российской Федерации.

Регулярная поверка штангенциркулей не только обеспечивает точность измерений, но и является обязательным требованием законодательства для организаций, использующих СИ в коммерческой деятельности и научных исследованиях.

Ход работы:

Выполните в рабочей тетради эскиз выданного учителем ступенчатого валика (рисунок 4.7).

Измерьте каждый размер валика штангенциркулем и запишите результаты в миллиметрах в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты измерений

$\varnothing D$	$\varnothing D_1$	$\varnothing d$	h	H	H_1

1. Проставьте полученные размеры на эскизе, выполненном в рабочей тетради.

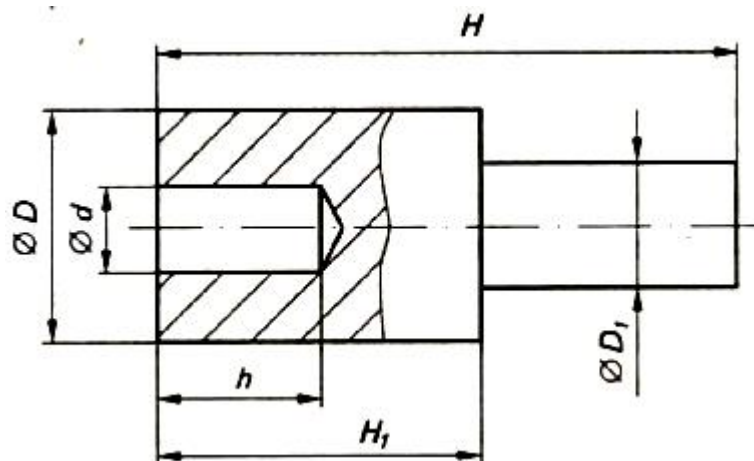


Рисунок 4.7 – Эскиз детали «Ступенчатый валик»

Показания штангенциркуля снимаются в два этапа. Сначала определяют число целых миллиметров – для этого находят на основной шкале штрих, ближайший слева к нулевому штриху дополнительной шкалы, и запоминают его числовое значение. Затем считают доли миллиметра – для этого на дополнительной шкале находят штрих, ближайший к её нулевому делению и наиболее точно совпадающий с каким-либо штрихом основной шкалы. Порядковый номер этого штриха дополнительной шкалы и даёт число десятых долей миллиметра, которое необходимо прибавить к ранее найденному числу целых миллиметров.

Определите по фотографии толщину элемента детали, измеряемую с помощью штангенциркуля, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления дополнительной (нижней) шкалы измерительного прибора. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

Десять делений нижней шкалы штангенциркуля отвечают 1 мм. Тогда погрешность штангенциркуля составляет.

В данном случае измерение проводилось штангенциркулем, размер измерялся непосредственно с детали (или изделия), поэтому метод измерений является абсолютным.

Абсолютное измерение основано на прямых измерениях величины и/или использовании значения физической постоянной, например, измерение размеров детали штангенциркулем или микрометром.

Относительное измерение основано на сравнении измеряемой величины с известным значением меры, например, измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы. Размер в этом случае определяется алгебраической суммой размера установленной меры и показаний прибора.

1. Выполнить расчёт нониуса штангенциркуля при точности $i=0,1$ мм и модуле $\varphi=2$.

Основной характеристикой при расчете нониуса является величины отсчета или точность нониуса i .

Сначала определяем число делений нониуса:

где c – интервал деления основной шкалы; $c=1$ мм.

Интервал деления шкалы нониуса:

$$b = \varphi c - i = 2 \times 1 - 0, = 1,9,$$

где φ – модуль, натуральное число $1, 2, 3 \dots$, служащее для увеличения интервала деления нониусной шкалы.

Определяем длину шкалы нониуса:

$$l = bn = (\varphi c - i)n = 1,9 \times 10 = 19 \text{ мм.}$$

2. Указать пределы измерений штангенциркулей.

Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Эскиз детали с указанием на них размеров детали.
4. Таблицу с результатами измерений.
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете модели штангенциркулей? Назовите их конструктивные особенности и назначение.
2. С какой целью применяют штангенциркуль?
3. Сколько шкал имеет штангенциркуль?
4. Как проводится отсчет целых и десятых долей?
5. Как отсчитываются при измерениях целые и дробные доли миллиметров?
6. Расскажите устройство нониуса.
7. Для каких целей маркируется толщина губок у некоторых моделей штангенциркулей?
8. Для чего служит штангенглубиномер?
9. В каком порядке проводят поверку штангенциркуля?

Практическое занятие №3

Тема: «Устройство микрометра. Определение действительных размеров деталей микрометром. Поверка микрометра»

Цель: изучить устройство микрометра. Освоить методику измерения. Познакомить учащихся с принципом работы, конструкцией высокоточного измерительного инструмента - микрометра, научить их правильно измерять размеры деталей с высокой точностью (до сотых и тысячных долей миллиметра) и выполнять его первичную поверку, чтобы обеспечить качество и взаимозаменяемость деталей в машиностроении и других точных производствах.

Задание: изучить устройство микрометрических приборов и приобрести навыки по их использованию для измерения деталей

Технические средства обучения: измеряемая деталь, микрометр, тетрадь, ручка, карандаш.

Теоретические сведения:

Измерительный прибор служит для получения значений линейных размеров с высокой точностью. В отличие от других ручных средств измерений, например, штангенциркуля, он позволяет получать данные с точностью до сотых долей миллиметра, т.е. до микрон. Можно измерять толщину деталей, их диаметр или сечение. Это требуется для контроля размеров, подгонки элементов, выполнения дублей деталей.

Существуют микрометры различных типов. Наиболее распространены так называемые гладкие приборы. Они находят применение как в профессиональной сфере, так и в быту. О них сейчас пойдёт речь. И начнём мы с конструктивных особенностей.

Понять, как работать с микрометром, будет проще, когда вы познакомитесь с его деталями. Ведь так станет ясно, за что отвечает каждая. Для наглядности конструкцию прибора представляем на рисунке 4.8.

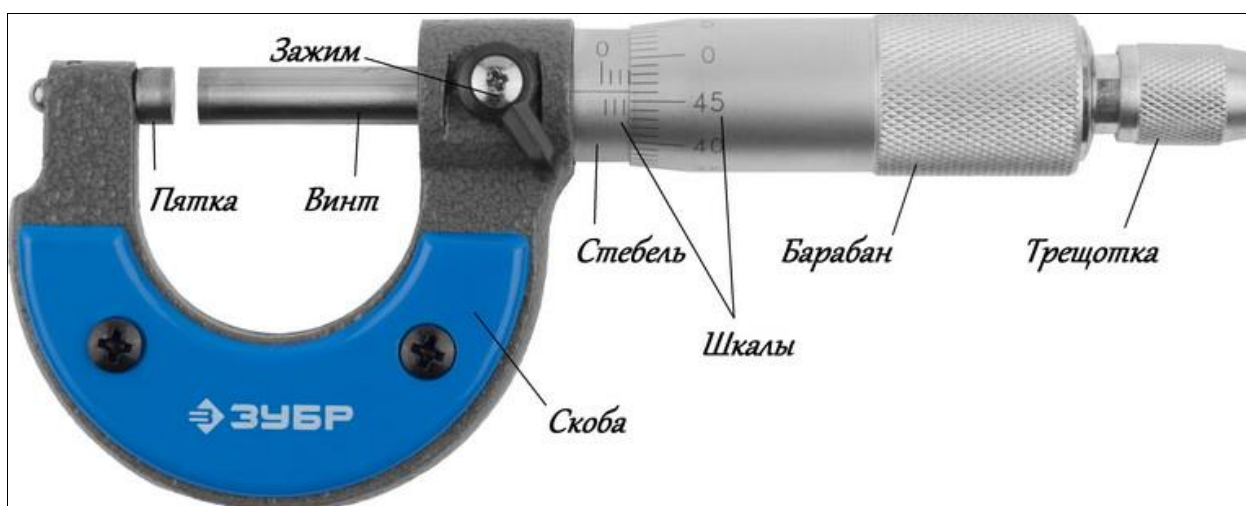


Рисунок 4.8 – Устройство микрометра

Основой конструкции является С-образная скоба, с обеих сторон которой находятся измерительные поверхности – неподвижная пятка и подвижный винт. Между ними помещают измеряемую деталь. Зажим на скобе нужен для фиксации полученного значения, например, чтобы сравнивать одну деталь с другой.

Вторая часть устройства – это стебель с горизонтальной шкалой и барабан с вертикальной шкалой. На конце находится гайка с трещоткой – ее вращают для регулировки хода винта. Самое главное – шкалы измерений. На стебле нанесена горизонтальная шкала, которая уходит вглубь под цилиндр. Часть ее открывается при регулировке винта в зависимости от толщины зажимаемой детали. На шкале имеется прямая линия, которая является эталонной риской. С одной ее стороны расположены деления с шагом в 1 мм, а с другой – деления с таким же шагом, только они смещены на 0,5 мм в сторону. Это

сделано с расчетом на то, что один поворот барабана смещает винт ровно на 0,5 мм. Вертикальная шкала на цилиндре барабана имеет деления с шагом в 0,01 мм.

Конструкция прибора достаточно проста, и при правильном использовании можно легко добиться точных измерений. Однако если вы впервые будете работать с микрометром, познакомьтесь с базовыми рекомендациями. Так вы сможете избежать наиболее распространённых ошибок и с первых же попыток будете с микрометром на «ты».

Подготовка к работе

Как пользоваться микрометром правильно? Для начала разберёмся с его настройкой. Важным навыком является установка нулевой отметки. Это понадобится как в начале работ, допустим, для проверки точности устройства, так и в процессе эксплуатации, например, если вы предположили, что настройки сбились.

Измерительные поверхности нужно протереть. На них не должно быть грязи и пыли. Выкрутите барабан с винтом – отделите его от стебля микрометра. Цилиндр барабана пока не закреплён и находится в свободном вращении. Он становится неподвижным, когда его фиксирует гайка с трещоткой. Гайкой вращаем винт до тех пор, пока губки не сомкнутся. Трещоткой до щелчка подтягиваем винт, чтобы зафиксировать измерительные поверхности. Барабан вращают, пока нулевая точка на его шкале не совпадёт с эталонной риской на стебле. Это и есть нулевое положение.

Важно знать! При выставлении нуля смотрите на шкалу под прямым углом и лучше со стороны барабана. Деления должны совпасть точно. Если смотреть сверху или снизу, визуально можно ошибиться с рисками и получить неверное нулевое положение. Верный принцип показан на рисунке 4.9.

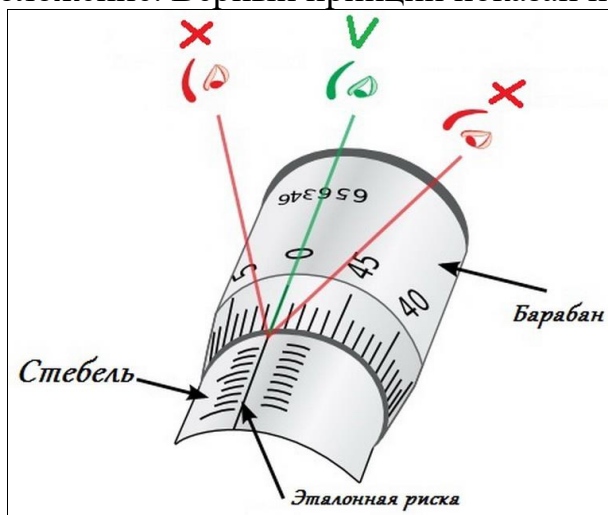


Рисунок 4.9 – Угол обзора при выставлении нуля

Когда деления совмещены правильно, нужно их зафиксировать. Здесь важно знать, как пользоваться микрометром: его держат за цилиндр и аккуратно подтягивают гайку. Ни в коем случае не держитесь за скобу, иначе настройка может сбиться.

Важно знать! У некоторых моделей в комплекте идет эталонный вкладыш, например, на 25 или 75 мм. Это микрометры, диапазон измерений которых начинается не с нуля, а со значения, соответствующего этому вкладышу. В таком случае нулевую отметку проверяют по этой эталонной детали. Пример показан на рисунке 4.10.



Рисунок 4.10 – Инструмент с эталонным вкладышем

Как правильно проводить измерения

Чтобы научиться пользоваться микрометром, возьмите небольшую металлическую деталь. Это может быть гвоздь или сверло. Лучше заранее знать диаметр или его значение, которому он должен соответствовать (не факт, что заявленный размер соответствует действительности). Алгоритм измерений можно описать в 3 простых шага.

Шаг 1. Помещаем деталь между измерительными поверхностями. Для этого путем вращения барабана даем ход винту – раскрываем микрометр для измерения.

Шаг 2. Зажимаем деталь, вращая гайку трещотки. Как только вы услышите щелчки, вращение нужно прекратить.

Шаг 3. Смотрим значения. Размер вычисляется так: к значениям на горизонтальной шкале прибавляются значения на вертикальной шкале. Подробнее об этом расскажем дальше.

Важно знать! Не зажимайте деталь вращением барабана, иначе есть риск сдавить ее и получить неверные измерения. Такого не случится при фиксации трещоткой, так как она регулирует усилие и подает сигнал щелчками.

Рассмотрим пример на рисунке 4.11. Сначала считаем целые значения на горизонтальной шкале – от нуля получается 4 деления. Затем смотрим на сотые – отметка после четырех делений на 0,5 мм четко совпала с началом барабана. Значит, по горизонтальной шкале получается 4,5 мм. Остаток сотых вычисляем по вертикальной шкале. В нашем примере с эталонной риской совпало 2 деления (что равно 0,02 мм). Значит, толщина детали составит 4,52 мм. Если метку на горизонтальной шкале в полмиллиметра не видно, надо сразу смотреть на значения вертикальной шкалы.



Рисунок 4.11 –Пример вычисления микрометром

Теперь вы знаете, как пользоваться микрометром. Есть еще одна полезная вещь, о которой вам следует знать. Использование зажима. Когда он нужен? Например, для восстановления подшипника необходимо среди множества металлических шариков найти 5 одинаковых по размеру. Берем первый, измеряем его диаметр по описанному выше алгоритму. Фиксируем винт в нужном положении, извлекаем шарик и затем подставляем разные шарики для совпадения размеров. Процесс ускоряется в разы, так как вам не придется раскручивать винт каждый раз при измерении нового экземпляра.

Правила ухода за устройством

Важно помнить, что точность измерений зависит от того, как вы обращаетесь с устройством и правильно ли за ним ухаживаете. Необходимо поддерживать в чистоте измерительные поверхности – после каждого использования очищать их, избегать механических воздействий и ударов. Ведь если торцы будут загрязнены или повреждены, контакт с поверхностью измеряемой детали будет неполный – отсюда погрешность и неверные измерения. Рекомендуется хранить микрометр в коробке отдельно от каких-либо инструментов. Так что заранее подготовьте для него аккуратный ящичек либо покупайте прибор уже в комплекте с ним. Для более бережного хранения можно обложить его тонким поролоном, особенно если вы планируете выездные работы.

Алгоритм проведения измерений с использованием микрометра:

Получите у преподавателя проволоочки (деталь) для измерения. Затем произведите следующие действия.

Шаг 1. Поместить деталь между измерительными поверхностями. Для этого путём вращения барабана дать ход винту – раскрыть микрометр для измерения.

Шаг 2. Зажать деталь, вращая гайку трещотки. Трещотка служит для регулирования усилия натяга. Делать следует не более 3...5 щелчков. Как только вы услышите 3...5 щелчков, вращение следует прекратить.

Шаг 3. Посмотреть значения. Размер вычисляется следующим образом: к значениям на горизонтальной шкале прибавляются значения на вертикальной шкале.

Внимание. Не следует зажимать деталь вращением барабана, иначе можно деформировать её и получить неверные измерения. Такого не случится при фиксации трещоткой, поскольку трещотка регулирует усилие и подаёт сигнал щелчками.

Поверка микрометра: контроль точности и годности

Поверка микрометра представляет собой процесс, включающий набор действий, направленных на определение погрешностей и определение пригодности прибора к использованию. Этот вид поверки необходим для визуального контроля в объектах Ростехнадзора и для выполнения ответственных работ в области ГРОЕИ (государственного регулирования обращения с единицами измерения). Общие технические требования для микрометров прописаны в ГОСТ 6507-90. Поверка микрометров разного типа проводится согласно методикам МИ 782-85, ГОСТ 8.411-81, а также инструкциям производителей конкретных моделей.

В процессе поверки микрометра выполняются следующие операции:

Внешний осмотр – осмотр внешнего состояния микрометра.

Опробование – проведение испытания прибора на нормативные параметры.

Определение погрешности шага и профиля микрокруга – оценка возможных погрешностей в шаге и профиле микровинта.

Определение отклонения от параллельности и плоскостности измерительных поверхностей – проверка правильности выравнивания и плоскости измерительных площадок.

Определение погрешности расположения штрихов на измерительных шкалах – проверка точности расположения штрихов на шкале микрометра.


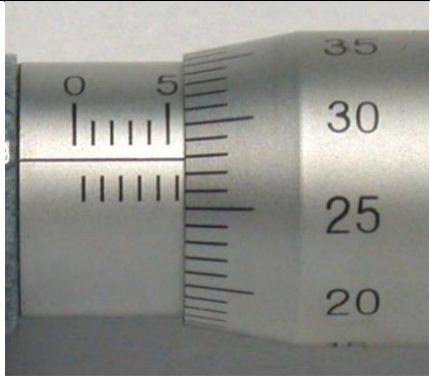

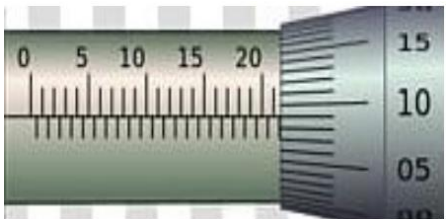

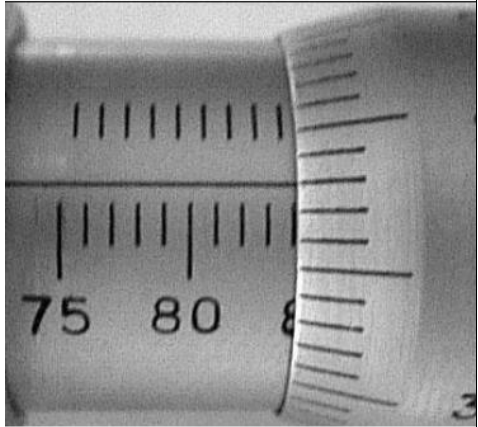
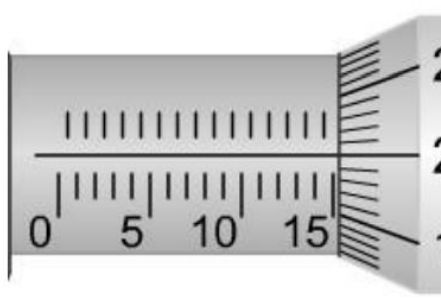
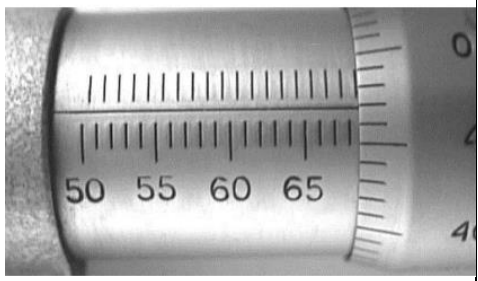
Определение погрешности деформации скобы, возникающей под действием измерительного усилия – оценка деформации скобы при нагрузке измерительного усилия.

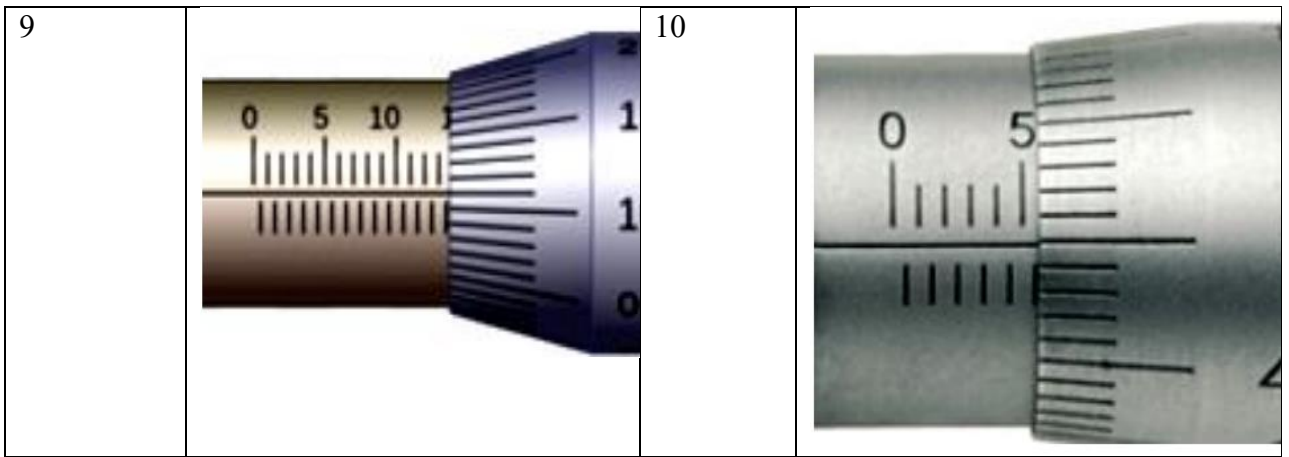
Для проведения поверки микрометра используются различные инструменты, включая инструментальный микроскоп, калибровочный микрометр (КМД), щуп, специализированные устройства для поверки микрометров типа «лягушка» и другие. Пример протокола поверки микрометра можно найти по ссылке.

Возможна поверка как для российских, так и для импортных микрометров, которые внесены в Госреестр РФ. Это включает модификации МК (гладкие), МР (рычажные), МЛ (листовые), МТ (трубные), МЗ (зубомерные) и другие. Для микрометров, не внесенных в Госреестр, также возможно проведение калибровки с выдачей сертификата. При необходимости предоставляется срочная поверка с доставкой по всей России с помощью нашей курьерской службы.

Задание 1. Запишите показание микрометра, приведённое на рисунке в таблице соответственно заданному варианту.

Таблица 4.4 – Показание микрометра

№ варианта	Показание микрометра	№ варианта	Показание микрометра
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	



Задание 2

Порядок выполнения работы:

Измерит ступенчатую втулку. И дать заключение о годности детали.

1. Подготовить рабочее место, получить деталь, методическое пособие, таблицы допусков и посадок, инструменты
2. Выполнить эскиз детали и схему измерений диаметральных размеров по примеру, показанному на рисунке 4.12.
3. Измерить ступенчатую втулку.
4. Результаты измерений занести в таблицу 4.5.
5. Сравнить результаты измерений, выполненными вами, с размерами, указанными на чертеже (эскизе) детали.
6. Дать заключение о годности детали. Выводы по работе.

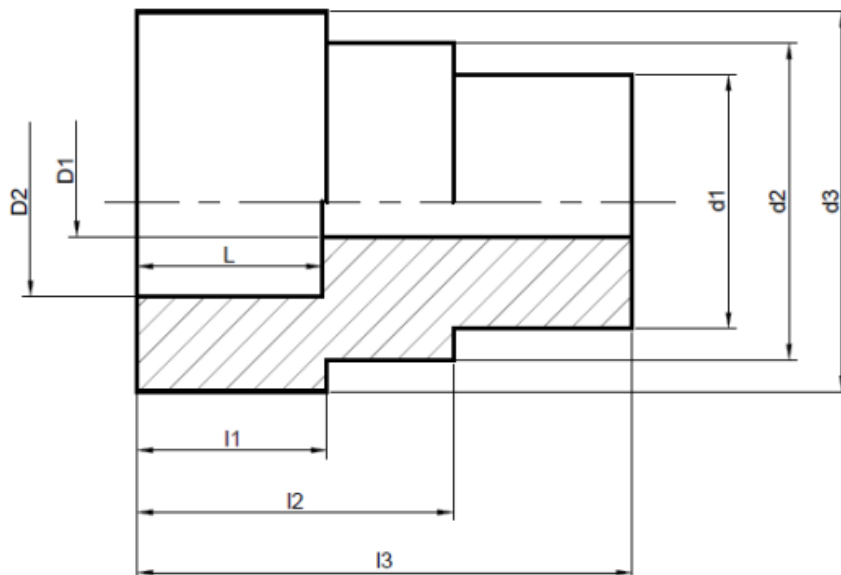


Рисунок 4.12 – Чертеж детали

Таблица 4.5 - Размеры детали

Условное обозначение размера	Размер на чертеже	Результат вашего измерения	Заключение о годности
l_1			
l_2			
l_3			
L			
D_1			
D_2			
d_1			
d_2			
d_3			

Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Выполнить задание 1. Записать в тетради показания микрометров, приведённые на рисунке в таблице 4.4.
4. Выполнить задание 2. Измерить ступенчатую втулку. Результаты измерений занести в таблицу 4.5. Сравнить результаты измерений, выполненными вами, с размерами, указанными на чертеже (эскизе) детали.
5. Дать заключение о годности детали (выводы по работе).

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды микрометрических инструментов.
2. Расскажите устройство микрометров.
3. Расскажите и покажите, как снимать показания микрометра?
4. Как выполнить настройку микрометра на нуль.
5. Для чего служит трещотка?
6. Расскажите устройство микрометрического глубиномера.
7. Расскажите устройство микрометрического нутромера.
8. Расскажите порядок поверки микрометра.
9. Какой цели служит микрометр?
10. Какие шкалы обозначены на микрометре?
11. С какой целью необходимо соблюдать правила пользования микрометром?
12. Каковы требования к хранению микрометра?

Практическое занятие №4

Тема: «Выбор средств измерений на основе теории погрешностей».

Цель: научиться выбирать средств измерений (СИ) на основе теории погрешностей чтобы обеспечить требуемую точность измерений при минимальных затратах.

Задание: Выбрать средства измерения для контроля параметров детали (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер) и указать их метрологические характеристики (предел измерения, цену деления и предельную погрешность СИ).

Технические средства обучения: штангенинструмент, микрометрические инструменты, рабочий чертёж детали, таблицы допускаемых и предельных погрешностей измерения.

Теоретические сведения:

В отраслях машиностроения и приборостроения, а также при ремонте до 70...80% всех видов измерений составляют линейные измерения. Любой линейный размер может быть измерен различными измерительными средствами, обеспечивающими разную точность измерения. В каждом конкретном случае точность измерения зависит от принципа действия, конструкции и точности изготовления измерительного прибора, а также от условий его настройки и применения. Требуемая точность измерения может быть получена только при правильном выборе средств, условий и методики измерения, качественной подготовке их к работе и правильному их использованию. Выбор средств измерения осуществляют с учетом метрологических и экономических факторов. При выполнении производственных измерений в первую очередь учитывают следующие метрологические характеристики приборов: пределы измерений, измерительное усилие, диапазон показаний шкалы, цену деления, чувствительность, погрешность измерения. При этом следует помнить, что показателем точности приборов, измеряющих линейные размеры, является предельная абсолютная погрешность измерения, которая выражается в микрометрах. К экономическим показателям относятся: стоимость и надежность измерительных средств; метод измерения; время, затрачиваемое на установку, настройку и сам процесс измерения; а также необходимая квалификация контролера и оператора. Выбор средств измерения зависит от характера и массовости производства (годовой программы выпуска). Например, в массовом производстве с отработанным технологическим процессом, включая контрольные операции, используют высокопроизводительные механизированные и автоматизированные средства измерения и контроля. Универсальные измерительные средства применяются преимущественно для наладки оборудования. В серийном производстве основными средствами контроля должны быть жесткие предельные калибры, шаблоны, специальные контрольные приспособления. Возможно применение универсальных средств измерения. В мелкосерийном и индивидуальном производствах основными являются универсальные средства измерения, поскольку другие организационно и экономически применять невыгодно: неэффективно будут использоваться специальные контрольные приспособления или потребуется большое количество калибров различных типов размеров. При выборе и назначении средств измерения необходимо одновременно стремиться к более жесткому ограничению действительных размеров

предельными размерами, предписанными стандартами, и к возможно большему расширению производственных допусков, остающихся за вычетом погрешности измерения. В практике метрологического обеспечения производства существует правило «средство измерения должно быть оптимальным», т.е. одинаково нецелесообразно назначать излишне точный прибор и прибор с малой точностью. В первом случае это обусловлено экономическими потерями, вызванными использованием более дорогих, как правило, СИ, требующих более дорогих методик и средств их поверки (калибровки). Во втором случае потери будут создаваться более высоким уровнем брака. Правильность выбора измерительного средства определяется отношением величины погрешности измерения, к величине допуска на обработку в процентах, поскольку действительный размер - это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. Выбор измерительных средств с учетом допускаемых погрешностей измерений до 500 мм регламентирует ГОСТ 8.051-81. Допускаемые значения случайной погрешности измерения приняты при доверительной вероятности 0,954 ($\pm 2\sigma$, где σ – среднее квадратическое отклонение погрешности измерения), исходя из предположения, что закон распределения погрешностей – нормальный. Случайная составляющая может быть уменьшена за счет многократности наблюдений, при которых она уменьшается в \sqrt{n} раз, где n – число наблюдений. Значения предельных погрешностей измерений выбираемых средств измерений (СИ) приведены в РД 50-98-86. Для оценки пригодности выбираемого средства измерения сопоставляют величину наибольшей предельной погрешности измерения СИ со случайной составляющей погрешности измерения. Если наибольшая предельная погрешность измерения выбранного средства измерения не превышает случайной составляющей погрешности измерения при оценке годности данного размера, то данное средство можно применить для заданного измерения.

Большое влияние на точность изготовления деталей заданных размеров оказывает соотношение величины погрешности измерения применяемым средством измерения с величиной допуска на обработку получаемого размера детали. Это соотношение определяется величиной допускаемой погрешности измерения δ , которая установлена ГОСТ 8.051-81. Числовое значение δ находят в зависимости от величины допуска размера и номинального размера измеряемой детали. При использовании средства измерения возникают погрешности измерения. Предельные погрешности измерения Δ выявлены путем исследований и опубликованы в РД 50-96-86. Чтобы быть уверенным, что взятое измерительное средство по его точности можно применять для измерения данного размера, следует сопоставлять величину предельной погрешности измерения Δ с величиной допускаемой погрешности измерения δ .

Нормальные условия измерений

Реальные условия выполнения линейных измерений, как правило, не совпадают с нормальными условиями, которые должны обеспечиваться с целью исключения дополнительных погрешностей. Нормальные условия выполнения линейных измерений регламентирует ГОСТ 8.050-73:

температура окружающей среды 20°C;
атмосферное давление 101324,72 Па (760 мм рт. ст.);
относительная влажность воздуха 58%
и др., по которым приводятся допускаемые от них отклонения.

Методика выбора средств измерения

Для выбора средств измерения применяют три методики:

1. Приближенная

Данная методика широко применяется при ориентировочном выборе средств измерения, при проведении метрологического контроля и экспертизы нормативно-технической и конструкторской, и технологической документации.

1.1. Определяется допуск размера детали. Допуск размера детали ($T_{дет}$) выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

1.2. Рассчитывается допускаемая погрешность измерения: Допускаемая погрешность измерения принимается 25% от величины допуска на размер, то есть

$$\sigma_{изм} = 0,25 \cdot T_{дет}$$

1.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения.

Допускаемая погрешность измерения в целом является комплексной погрешностью и включает погрешность измерительных средств, погрешность метода измерений и ряд других погрешностей, зависящих от температуры, базирования, измерительного усилия и пр. Наилучшее соотношение между погрешностью самого средства измерения $\sigma_{си}$ и остальными погрешностями $\sigma_{доп}$ будет при $\sigma_{си} \sim \sigma_{доп}$.

Допускаемые погрешности измерения $\sigma_{изм}$ определяют случайные и неучтенные систематические составляющие погрешности измерения. При этом случайная составляющая погрешности измерения $\sigma_{си}$ должна быть на 25...30% ниже, чем $\sigma_{изм}$ (т.е. $\sigma_{си} = 0,7 \cdot \sigma_{изм}$). В этом случае оптимальное значение коэффициента

$$K = \sigma_{си} / \sigma_{изм} = 0,7$$

при $\sigma_{изм} = \sqrt{\sigma_{си}^2 + \sigma_{доп}^2}$. Обычно выбирают $K = 0,6...0,8$.

Случайную составляющую можно выявить практически при всех видах 6 измерений. Однако эту часть погрешности иногда принимают за всю предельную погрешность измерения. Ограничивать неучтенную систематическую погрешность измерения не представляется возможным, поскольку для её непосредственного определения необходимо иметь рабочие эталоны, что особенно при точных измерениях практически сделать невозможно.

1.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие).

Выбор измерительного средства заключается в том, чтобы наибольшая предельная погрешность ($\pm\Delta lim_{си}$), являющаяся нормированным метрологическим показателем данного измерительного средства, не превышала случайной составляющей допускаемой погрешности измерения, т.е. при этом должно выполняться условие: $\pm\Delta lim_{си} \leq (0,6 \dots 0,8) \sigma_{изм.}$

1.5. В метрологическую карту (см. Приложение 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

2. Расчётная

Данная методика применяется при выборе средств измерения для единичного и мелкосерийного производства, для экспериментальных исследований, для измерения выборки при статистическом методе контроля, для повторной перепроверки деталей, забракованных контрольными автоматами.

2.1. Определяется допуск размера детали. Допуск размера детали ($T_{дет}$) выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.2. Определяется расчетная допускаемая погрешность измерения. При расчете по данной методике необходимо пользоваться таблицей процентного соотношения допускаемой погрешности измерения и допусков деталей для различных качеств точности (табл. 4.6).

Таблица 4.6 - Процентное соотношение допускаемой погрешности измерения в зависимости от точности объекта измерения

Квалитет точности объекта измерения по ГОСТ 25347-81	Предельная погрешность измерения, % от допуска
Валы 5-го квалитета	35
Отверстия и валы 6-го и 7-го квалитетов Отверстия 5-го квалитета	30
Отверстия 8-го и 9-го квалитетов Валы 8-го квалитета	25
Отверстия 10-16-го квалитетов Валы 9-16-го квалитетов	20

В соответствии с табл. 4.6, определяют расчётную допускаемую погрешность измерения по формуле

$$\frac{\delta_{изм.расч.}}{T_{дет}} 100\% \leq \text{табличной величины}$$

2.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения (аналогично п. 1.3.)

2.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии $\pm\Delta lim_{си} \leq (0,6 \dots 0,8) \sigma_{изм. расч}$

2.5. В метрологическую карту (Приложение 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

3. Табличная

Табличная методика рекомендуется для выбора средств измерения при серийном, крупносерийном и массовом производстве, если предусмотрены измерения, а не контроль с применением калибров.

3.1. Определяется допуск размера детали. Допуск размера детали ($T_{дет}$) выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

3.2. Определяется допускаемая погрешность измерения. В основе табличной методики лежит ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». Данный стандарт устанавливает значения допускаемых погрешностей измерения $\sigma_{изм}$ в зависимости от допуска IT и 13 основных интервалов номинальных размеров для 2...17-го классов, которые приведены в данных методических указаниях в Приложении 2. Значения $\sigma_{изм}$ определяют для любых значений допуска. При допусках, не соответствующих значениям, указанным в Приложении 2, допускаемая погрешность выбирается по ближайшему меньшему значению допуска для соответствующего размера.

3.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемая погрешность измерения (аналогично п. 1.3.)

3.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии $\pm \Delta lim_{си} \leq (0,6 \dots 0,8) \sigma_{изм}$.

3.5. В метрологическую карту (см. Приложение 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

Следует помнить, что наименования средств измерений выбираются из специальных таблиц предельных погрешностей измерений РД 50-98-86. Метрологические характеристики некоторых широко распространённых средств измерений приводятся в Приложении 3 данных методических указаний.

Выбор метода измерений

Выбранное средство измерений линейных размеров, его конструкция определяют метод измерений. Метод измерений представляет собой приём или совокупность приёмов применения средств измерений и характеризуется совокупностью тех физических явлений, на которых основаны измерения. По способу получения и характеру результатов измерения разделяют соответственно на прямые, косвенные, абсолютные и относительные. Данные виды измерений линейных размеров представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Виды измерений линейных величин

Измерение	Определение	Примеры измерения
Прямое	Измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных	Измерение глубины линейкой; глубиномера штангенциркуля; измерение диаметра вала микрометром
Косвенное	Измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подверженными прямым измерениям	Измерение среднего диаметра методом трёх проволочек, устанавливаемых во впадины резьбы
Абсолютное	Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких	Измерение линейных размеров штангенциркулем, микрометром,

	основных величин и (или) использовании значений физических констант	глубиномером, на инструментальном микроскопе и т.д.
Относительное	Измерение отношения величины к одноимённой величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноимённой величине, принимаемой за исходную	Измерение диаметра отверстия индикаторным нутромером, настроенным по концевым мерам; диаметра вала – рычажной скобой

В производственных условиях наиболее широко применяются методы прямых измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. При методе непосредственной оценки значение измеряемой величины получают непосредственно по отсчетному устройству средства измерений, например, штангенциркуля, микрометра и т.д. Кроме того, этот метод по характеру результата измерений является абсолютным, так как весь измеряемый параметр фиксируется непосредственно средством измерения. Метод прост, не требует особых действий оператора и дополнительных вычислений. Особое внимание при измерениях этим методом уделяется используемым средствам измерений, так как они служат основными источниками погрешности измерений. Это обуславливает необходимость тщательного выбора средств измерений, обеспечивающих высокую точность. При методе сравнения с мерой измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. В литературе этот метод называется также относительным, так как средство измерения фиксирует лишь отклонение параметра от установочного значения. Метод используют при проведении более точных измерений. Погрешность метода характеризуется в основном погрешностью используемой высокоточной меры. Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Примерами используемых мер являются плоскопараллельные концевые меры и штриховые меры. Метод сравнения с мерой при линейных измерениях реализуется в следующих разновидностях, среди которых различают:

- дифференциальный метод;
- метод совпадений.

Дифференциальный (нулевой) метод измерений – метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Так, диаметр отверстия измеряют индикаторным нутромером, предварительно настроенным на размер с помощью концевых мер длины. Наружные размеры измеряют рычажными и индикаторными скобами. Рычажные скобы имеют большую жёсткость по сравнению с индикаторными и как следствие меньшую предельную погрешность измерения.

Метод совпадений – метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение её с величиной, воспроизводимой мерой (т. е. с фиксированной отметкой на шкале физической вели-

чины). К примеру, при измерении длины штангенциркулем, наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса. Если рассмотренные методы прямых измерений не позволяют решить измерительную задачу, прибегают к косвенным измерениям, что значительно расширяет диапазон измеряемых величин и возможности измерений.

Ход работы:

1. Освоить табличную методику выбора универсальных измерительных средств, которая рекомендуется для серийного, крупносерийного и массового производства.

2. По чертежу детали (рисунок 4.13) определить заданные контролируемые размеры согласно своему варианту (таблица 4.8).

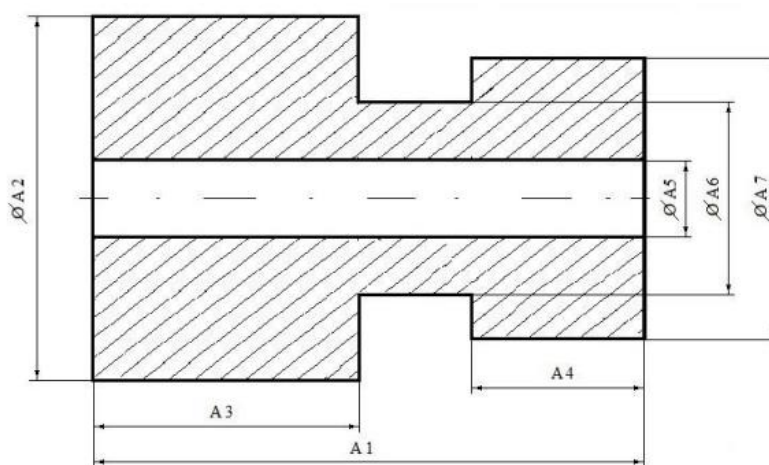


Рисунок 4.13 – Чертеж детали

Таблица 4.8 - Варианты заданий

Номер образцов	Контролируемые параметры детали						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	40a11	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5H9	32h12	34h8
2	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	39,5h9	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5D10	32h12	34h8
3	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42h9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5D10	32h12	36h8
4	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42h9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5D10	32h12	36h8
5	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	4305h9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	22,5D10	32h12	38u8
6	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	4305h9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40,5 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5Js10	36js10	38u8
7	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	24,5Js10	38h12	40h8
8	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5Js10	38h12	40h8
9	$170 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	26,5D10	40h12	42u8

Заданные контролируемые размеры представлены в следующем виде:

$$130 \pm \frac{IT_{15}}{2}; 40a_{11}; 20,5D_{10},$$

где 130, 40 и 20,5 – номинальный (теоретический) размер данного параметра детали,

IT, a и D – характеристика вида параметра детали (линейный размер, внутренний или внешний диаметры соответственно),

15, 11 и 10 – квалитет – характеристика класса точности изготовления данного размера.

3. Определить номинальный размер, квалитет, предельные отклонения элемента детали, используя ГОСТ 25347-81, ГОСТ 25346-81.

Для чего: в соответствии с буквенной частью условного обозначения допустимых предельных отклонений (IT, a, h или D, H) определить ГОСТ, из которого следует выбирать численные значения предельных отклонений:

IT – линейные размеры – ГОСТ 8.051-81

a, h – внешние диаметры – ГОСТ 25347-81

D, H – внутренние диаметры – ГОСТ 25346-81.

По номеру квалитета в соответствующем ГОСТе выбрать таблицу для определения предельных отклонений, по условному обозначению предельных отклонений ($\pm \frac{IT_{15}}{2}$, a₁₁ и D₁₀) и номинальному размеру (130, 40 и 20,5) из таблицы выбрать численные значения допустимых предельных отклонений на изготовление заданного размера (максимальное – верхнее число и минимальное – нижнее, в мкм).

4. Рассчитать предельно допустимую погрешность средства измерения. Для чего: определить допуск на изготовление заданного размера T, который равен

$$T = \Delta N_{\max} - \Delta N_{\min}$$

с учетом знаков.

Рассчитать предельную погрешность измерения данного параметра

$$\sigma_{\text{изм}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot T$$

Величину коэффициента выбирают в зависимости от важности объекта, в который входит данная деталь. Чем ответственнее объект, тем меньше численное значение коэффициента. рассчитать значение предельно-допустимой погрешности СИ, которое может быть использовано для контроля качества изготовления заданного размера детали □

$$\pm \Delta \lim_{\text{СИ}} \leq (0,6 \dots 0,8) \sigma_{\text{изм}}$$

Величину коэффициента выбирают в зависимости от квалификации человека, который будет использовать СИ. Чем выше квалификация, тем большую погрешность может иметь СИ.

5. Выбрать средства измерения для контроля параметров детали (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер) и указать их метрологические характеристики (предел измерения, цену деления и предельную погрешность СИ).

Средство измерения выбирается исходя из анализа его метрологических характеристик, указанных в паспорте (технической документации, справочнике) и сравнения их с размером измеряемого параметра и предельнодопустимой погрешностью, определённой в п. 4, причём:

- измеряемый (номинальный) размер должен входить в предел измерения выбираемого СИ (0,7–0,8 от предела измерений),
- предельная погрешность выбираемого СИ должна быть меньше предельно допустимой погрешности, определённой в п. 4.

В работе метрологические характеристики СИ линейных размеров приведены в таблице Приложения 3. Для входа в таблицу сначала определяется интервал размеров, в который входит измеряемый. Затем по этому столбцу опускаются до строки, в которой указана предельная погрешность СИ, способного измерять данный параметр, меньшая, чем допустимая. После этого в данной строке таблицы определяют вид СИ и его метрологические характеристики, которые заносят в метрологическую карту (характеристика объекта измерения; метрологические характеристики выбранных СИ), (Приложение 1).

6. Сделать соответствующие выводы по выбранным средствам измерения.

Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Эскиз детали с указанием на них размеров детали.
4. Таблицу с результатами измерений.
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что является основой методик выбора средств измерений?
2. Что такое допускаемая погрешность измерения?
3. Как определяется предельная погрешность средств измерений?
4. Какие условия влияют на выбор средств измерения?
5. Какие факторы учитывают при выборе средств измерений линейных размеров?
6. Какие существуют виды средств измерений?
7. Какие методы прямых измерений вы знаете?
8. Какая величина является основополагающей при выборе средств измерений?
9. Как влияет допуск на обеспечение функциональной взаимозаменяемости?
10. Каков порядок действий при выборе средств для измерения линейных размеров?
11. Какие способы нанесения требований на линейные размеры в рабочих чертежах вы знаете?

12. Каким образом может быть уменьшена случайная составляющая погрешности измерения?
13. Какие нормативные документы используют при выборе средств измерений линейных размеров?
14. В чем заключается сущность дифференциального (нулевого) метода измерения линейных размеров?
15. Какие вы знаете метрологические характеристики средств измерений?
16. Какие измерения называются прямыми, а какие косвенными? Приведите примеры.
17. Что определяет допускаемая погрешность измерения?
18. Что определяет предельная погрешность измерения средства измерений?
19. Как производится выбор средства измерений для контролируемого размера?

Практическое занятие №5

Тема: «Определение годности детали».

Цель: научиться читать размеры на чертеже и определять годность детали по действительным размерам.

Задание: прочитать заданные размеры. Определить годность деталей по их заданным действительным размерам.

Технические средства обучения: рабочая тетрадь, ручка.

Теоретические сведения:

Нормирование, точность, стандартизация, взаимозаменяемость – термины, дополняющие друг друга. Для обеспечения взаимозаменяемости деталей, узлов, механизмов необходимо сначала установить (нормировать), а затем и обеспечить параметры (в том числе и точностные), определяющие нормальное функционирование этих деталей в узле, узла – в механизме, механизма – в технической системе. Без этих понятий, без их применения на практике сегодня невозможны развитие техники, разработка и изготовление качественной продукции, её эксплуатация, обеспеченность запасными частями, периодичность ремонта, планово-предупредительная замена отдельных частей, механизмов, эксплуатационных материалов. Современная техника и перспективы её развития, постоянно повышающиеся требования к качеству изделий определяют необходимость получения и использования знаний, которые являются базовыми для всех специалистов, работающих и на этапе проектирования конструкции, и на этапе её изготовления, и на этапе эксплуатации вне зависимости от ведомственной принадлежности.

В данной работе рассматриваются общие понятия нормирования точности: линейный размер, действительный, предельный, допуск, условие годности действительного размера, исправимость брака.

Линейный размер - это числовое значение линейной величины (диаметра, длины) в выбранных единицах измерения. Линейные размеры на чертежах проставляются в миллиметрах. На рабочих чертежах в первую очередь проставляют размеры, которыми оценивают количественно геометрические параметры деталей. Размер - это числовое значение линейной величины (диаметра, длины, высоты и т. п.). Размеры подразделяются на номинальные, действительные и предельные.

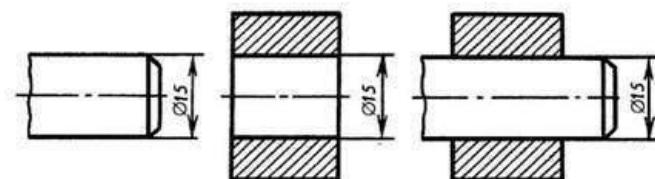


Рисунок 4.14 – Номинальный размер соединения

Номинальный размер – это размер, полученный конструктором при проектировании в результате расчётов (на прочность, жёсткость) или с учётом различных конструкторских или технологических соображений и требуемой точности. На чертеже в качестве номинального линейного размера указывается только такой размер, который после расчёта округлён до ближайшего большего значения из установленного ряда нормальных линейных размеров.

Номинальный размер соединений - общий (одинаковый) размер для отверстия и вала, составляющих соединение (рисунок 4.14). Номинальные размеры деталей и соединений выбирают не произвольно, а по ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры». В производстве номинальные размеры не могут быть выдержаны: действительные размеры всегда в большую или меньшую сторону отличаются от номинальных.

Поэтому, помимо номинальных (расчётных), различают также действительные и предельные размеры на деталях (рисунок 4.15).

Действительный размер - размер, полученный в результате измерения готовой детали с допустимой степенью погрешности. Допустимую неточность изготовления деталей и требуемый характер их соединения устанавливают посредством предельных размеров.

Чтобы действительный размер обеспечивал функциональную годность детали, конструктор, исходя из целого ряда факторов, должен установить после расчёта номинального размера два предельных размера - наибольший и наименьший.

Предельными размерами называются предельно допустимые размеры, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали. Больше из этих значений называется наибольшим предельным размером, меньше - наименьшим предельным размером (рисунок 4.15). Таким образом, для обеспечения взаимозаменяемости

на чертежах необходимо вместо номинального указывать предельные размеры. Но это сильно усложнило бы чертежи. Поэтому предельные размеры принято выражать посредством отклонений от номинального.

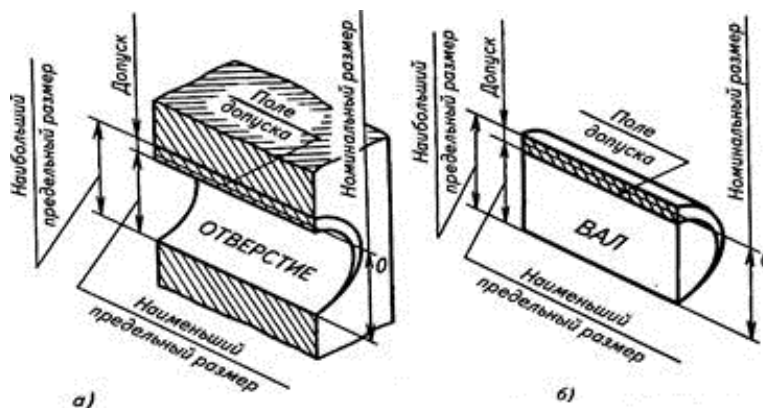


Рисунок 4.15 – Размеры, предельные отклонения, допуски

Задавать на чертеже два размера неудобно, поэтому в дополнение к номинальному размеру на чертеже проставляют его предельные отклонения – верхнее и нижнее. Они могут иметь знак «+» или «-».

Предельное отклонение - это алгебраическая разность между предельными и номинальными размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Верхнее отклонение - это алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером. В соответствии с ГОСТ 25346-89 верхнее отклонение отверстия обозначается ES, вала - es. Нижнее отклонение - алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером. Нижнее отклонение отверстия обозначается EI, вала - ei. Номинальный размер служит началом отсчёта отклонений. Отклонения могут быть положительными, отрицательными и равными нулю. В таблицах стандартов отклонения указывают в микрометрах (мкм). На чертежах отклонения принято указывать в миллиметрах (мм).

Зона значений размеров, между которыми должен находиться действительный размер годной детали, характеризует точность размера и называется **допуском**, он обозначается буквой T.

Иначе говоря, *допуск* - это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями. Допуск, в отличие от отклонений, знака не имеет. Чем допуск больше, тем ниже требования к точности обработки детали, тем проще её изготовление. И наоборот, уменьшение допуска означает большую точность, требуемую при изготовлении детали, и соответственно её удорожание. Поэтому назначение конструктором допуска (или предельных отклонений) должно быть тщательно обосновано.

Для удобства и упрощения оперирования данными чертежа всё многообразие конкретных элементов деталей принято сводить к двум элементам: отверстию и валу. Охватываемые элементы принято называть валом, а охватывающие – отверстием.

Условие годности действительного размера: размер будет годным, если он окажется не больше наибольшего предельного размера и не меньше наименьшего предельного размера. Если это условие не выполняется, то деталь считается бракованной.

Брак может быть исправим и неисправим.

Если отверстие получилось больше наибольшего, то уменьшить его невозможно, тогда говорят, что брак неисправим.

Если отверстие получилось меньше наименьшего, то его можно расточить (рассверлить), то есть брак исправим.

Если вал получился больше наибольшего, то его можно обточить, то есть брак исправим.

Если вал получился меньше наименьшего, то увеличить его не представляется возможным, то есть брак не исправим.

Примеры выполнения задания

Задание 1. Прочитать размеры, указанные в таблице. Деталь «Вал». Определить величину допуска, наибольший и наименьший предельные размеры по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям. Заполнить таблицу.

Таблица 4.9 - Чтение размеров (пример задания)

Основные понятия, выявляемые при чтении чертежа	Обозначение размера на чертеже, мм				
	$270 \begin{smallmatrix} -0,017 \\ -0,049 \end{smallmatrix}$	$270 \pm 0,016$	$270 \begin{smallmatrix} -0,024 \end{smallmatrix}$	$270 \begin{smallmatrix} -0,088 \\ -0,056 \end{smallmatrix}$	$270 \begin{smallmatrix} +0,191 \\ -0,110 \end{smallmatrix}$
Номинальный размер, мм					
Верхнее предельное отклонение					
Нижнее предельное отклонение					
Наибольший предельный размер					
Наименьший предельный размер					
Допуск, мм					

Разберём на примере размера $270 \begin{smallmatrix} -0,017 \\ -0,049 \end{smallmatrix}$.

Номинальный размер равен 270 мм. Результат записываем в таблицу.

Запишем значения верхнего предельного отклонения $es=-0,017$ мм и нижнего предельного отклонения $ei=-0,049$ мм.

Рассчитаем значения наибольшего предельного размера d_{\max} и наименьшего предельного размера:

$$d_{\max} = d + es = 270 + (-0,017) = 269,983 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 270 + (-0,049) = 269,951 \text{ мм}$$

Рассчитаем допуск:

$$T_d = 269,983 \text{ мм} - 269,951 \text{ мм} = (-0,017 \text{ мм}) - (-0,049 \text{ мм}) = 0,032 \text{ мм}$$

Также определим остальные значения. Полученные данные запишем в таблицу 4.9. В итоге получаем следующую таблицу (см. таблицу 4.10).

Таблица 4.10 - Чтение размеров (пример выполнения задания)

Основные понятия, выявляемые при чтении чертежа	Обозначение размера на чертеже, мм				
	$270_{-0,049}^{-0,017}$	$270 \pm 0,016$	$270_{-0,024}$	$270_{-0,056}^{-0,088}$	$270_{-0,110}^{+0,191}$
Номинальный размер, мм	270	270	270	270	270
Верхнее предельное отклонение	-0,017	+0,016	0	+0,088	+0,191
Нижнее предельное отклонение	-0,049	-0,016	-0,024	+0,056	+0,110
Наибольший предельный размер	269,983	270,016	270	270,088	270,191
Наименьший предельный размер	269,951	269,984	269,976	270,056	270,110
Допуск, мм	0,032	0,032	0,024	0,032	0,081

Задание 2. Теперь определим годность деталей, и решим вопрос о возможности исправления брака.

Деталь «вал» имеет два предельных размера: наибольший предельный размер $d_{\max} = 269,983$ мм и наименьший предельный размер $d_{\min} = 269,951$ мм.

Партия деталей имеет следующие действительные размеры: 269,976 мм, 269,045 мм, 269,982 мм, 270,101 мм, 270,011 мм, 270,060 мм, 270,022 мм.

Сравниваем действительные размеры с предельными размерами вала:

Действительный размер 270,101 мм $>$ $d_{\max} = 269,983$ мм, следовательно, это брак, но вал можно обточить, поэтому брак исправим. В таблицу записываем «брак исправимый».

Действительный размер 270,060 мм $>$ $d_{\max} = 269,983$ мм, следовательно, это брак, но вал можно обточить, поэтому брак исправим. В таблицу записываем «брак исправимый».

Действительный размер $270,022 \text{ мм} > d_{\text{max}} = 269,983 \text{ мм}$, следовательно, это брак, но вал можно обточить, поэтому брак исправим. В таблицу записываем «брак исправимый».

Действительный размер $270,011 \text{ мм} > d_{\text{max}} = 269,983 \text{ мм}$, следовательно, это брак, но вал можно обточить, поэтому брак исправим. В таблицу записываем «брак исправимый».

Действительный размер $269,982 \text{ мм} < d_{\text{max}} = 269,983 \text{ мм}$, но этот же размер $269,982 \text{ мм} > d_{\text{min}} = 269,951 \text{ мм}$, следовательно, деталь годна. В таблицу записываем «годна».

Действительный размер $269,976 \text{ мм} < d_{\text{max}} = 269,983 \text{ мм}$, но этот же размер $269,976 \text{ мм} > d_{\text{min}} = 269,951 \text{ мм}$, следовательно, деталь годна. В таблицу записываем «годна».

Действительный размер $269,045 \text{ мм} < d_{\text{max}} = 269,983 \text{ мм}$, но этот же размер $269,045 \text{ мм} < d_{\text{min}} = 269,951 \text{ мм}$, следовательно, деталь брак. Этот брак неисправим. В таблицу записываем «брак неисправимый».

В итоге получаем следующую таблицу (см. таблицу 4.11).

Таблица 4.11 - Определение годности детали (пример выполнения задания)

Действительные размеры	Обозначение размера на чертеже, мм				
	$270 \begin{smallmatrix} -0,017 \\ -0,049 \end{smallmatrix}$	$270 \pm 0,016$	$270 \begin{smallmatrix} -0,024 \end{smallmatrix}$	$270 \begin{smallmatrix} 0,100 \\ 0,010 \end{smallmatrix}$	$270 \begin{smallmatrix} +0,191 \\ -0,110 \end{smallmatrix}$
270,101	брак и	брак и	брак и	брак и	годна
270,060	брак и	брак и	брак и	годна	брак н/и
270,022	брак и	брак и	брак и	годна	брак н/и
270,011	брак и	годна	брак и	годна	брак н/и
269,982	годна	брак н/и	брак и	брак н/и	брак н/и
269,976	годна	брак н/и	годна	брак н/и	брак н/и
269,045	брак н/и	брак н/и	брак н/и	брак н/и	брак н/и

Задание для практической работы

Задание 1. Прочитать размеры, указанные в таблице. Определить величину допуска, наибольший и наименьший предельные размеры по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям. Заполнить таблицу 4.

Таблица 4.12 - Чтение размеров

Номинальные размеры и предельные отклонения	Размер, указанный на чертеже				
	$2,5 \begin{smallmatrix} +0,02 \end{smallmatrix}$	$4 \pm 0,04$	$1,6 \begin{smallmatrix} +0,016 \\ +0,010 \end{smallmatrix}$	$30 \begin{smallmatrix} +0,047 \\ -0,030 \end{smallmatrix}$	$15 \begin{smallmatrix} -0,05 \\ -0,32 \end{smallmatrix}$
Допуск					
Наибольший предельный размер					
Наименьший предельный размер					

Верхнее предельное отклонение					
Нижнее предельное отклонение					

Задание 2. Определить годность валов по результатам их измерения. Заполнить таблицу 5.

Таблица 4.13 - Определение годности детали «Вал»

Размер в чертеже	110 ^{-0,040} _{-0,075}	24 _{-0,14}	75 ± 0,03	40 ^{+0,055} _{+0,015}
Действительный размер				
Заключение о годности детали				

Задание 3. Определить годность отверстий, если известен размер, указанный на чертеже, и действительные размеры. Заполнить таблицу 4.14.

Таблица 4.14 - Определение годности детали «Вал»

Размер в чертеже	Действительные размеры, мм					
	19,4	19,5	19,7	20,0	20,5	20,7
20 ^{-0,4} _{-0,5}						
20 ^{+0,1}						
20 _{-0,5}						
20 ^{-0,3} _{-0,4}						

Содержание отчёта

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Выполнить задание 1. Заполнить таблицу 4.12.
4. Выполнить задание 2. Произвести необходимые расчёты и заполнить таблицу 4.13.
5. Выполнить задание 3. Произвести необходимые расчёты и заполнить таблицу 4.14.
6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение номинальному размеру
2. Дать определение допуску
3. Могут ли отклонения иметь отрицательные значения?
4. Может ли допуск иметь отрицательное значение?
5. Могут ли предельные размеры иметь отрицательное значение?
6. Вычислить верхнее и нижнее отклонения, если номинальный размер 110 мм, наибольший 110,016 мм, наименьший 110,002 мм.

7. Вычислить величину допуска при тех же значениях предельных значений детали.

Практическое занятие №6

Тема: «Графические изображения размеров и отклонений».

Цель: развитие у студентов навыка построения графических схем полей допусков.

Задание: построить по заданным размерам схемы полей допусков

Технические средства обучения: рабочая тетрадь, ручка, карандаш, линейка.

Теоретические сведения:

Все рассмотренные ранее понятия: номинальный размер, предельные размеры (наибольший, наименьший), предельные отклонения (верхнее, нижнее), допуск можно представить графически.

Однако изобразить отклонения и допуск в одном масштабе с размерами детали практически невозможно. Например, размер равен 100 мм, а отклонения 0,01 мм.

Поэтому вместо полного изображения отверстий и валов с предельными размерами применяют схематичные - только с указанием предельных отклонений.

Цель графической схемы полей допусков – наглядно показать диапазон допустимых размеров детали, определяемый верхним и нижним отклонениями, чтобы обеспечить взаимозаменяемость при сборке и стандартизацию производства в рамках Единой системы допусков и посадок (ЕСДП), а также рассчитать предельные размеры и посадки для надежных соединений. Схема строит «поле» между двумя линиями отклонений относительно нулевой линии, иллюстрируя, как сопрягаемые детали (отверстие и вал) могут иметь разные размеры в пределах своих допусков, но все равно собираться.

Основные цели:

Визуализация: Предоставление наглядного представления о допустимых размерах, отклонениях и зазорах/натягах.

Расчет: Определение наибольших (D_{max}) и наименьших (D_{min}) предельных размеров детали, а также величины допуска (TD).

Взаимозаменяемость: Обеспечение совместимости деталей при серийном производстве и ремонте без подгонки.

Стандартизация: Применение стандартизированных допусков и посадок по ГОСТ для унификации.

Графическое изображение размеров и отклонений на чертежах представляет собой «поле допуска» - зону между двумя линиями, обозначающими

верхнее (ES) и нижнее (EI) предельные отклонения от номинального размера, отсчитываемые от нулевой линии (номинала), используя специальные буквы (для отверстий - заглавные, для валов – строчные) и цифры (кавалитет), что обеспечивает взаимозаменяемость деталей в машиностроении.

Основные элементы графического изображения:

Нулевая линия (номинальный размер): Линия, соответствующая заданному номинальному размеру детали (например, 50 мм).

Линии предельных отклонений: Две линии, параллельные нулевой, которые обозначают наибольший (верхний) и наименьший (нижний) допустимые размеры детали (D_{max} и D_{min}).

Поле допуска: Пространство между этими двумя линиями, которое показывает, в каких пределах может варьироваться реальный размер детали.

Основное отклонение (буква): Латинская буква (A-Z для отверстий, a-z для валов), указывающая положение поля допуска относительно нулевой линии. Например, H – для гладких сопряжений без зазора.

Квалитет (цифра): Цифровой номер (от 01 до 18), определяющий точность изготовления детали и размер самого поля допуска. Чем ниже номер, тем выше точность.

Как это выглядит:

На чертеже указывается номинальный размер, а затем проставляются обозначения основного отклонения и квалитета, например: 50 H7 или 50 g6. Графически это покажет, что размер детали должен находиться в пределах между верхним и нижним отклонениями, заданными буквой и цифрой, например, для 50 H7 это будет поле допуска с определённой шириной и положением относительно 50.

Применение: Такое обозначение позволяет инженерам и рабочим понимать, насколько точно должна быть изготовлена деталь, чтобы она правильно сопрягалась с другой деталью (например, вал вставлялся в отверстие), обеспечивая заданную посадку (натяг, переход или зазор).

Метод графического построения предельных отклонений:

Величины возможных отклонений откладывают только с одной стороны рассматриваемого размера. Величины положительных отклонений откладывают вверх относительно номинального размера, а отрицательные – вниз.

Пространство, ограниченное линиями верхнего и нижнего отклонений, называется полем допуска.

Для наглядности значение номинального размера опускают из графического изображения, а положение номинального (без указания его значения в масштабе) заменяют горизонтальной линией, от которой уже в масштабе показывают границы предельных размеров (отклонения).

Некоторые особенности графического изображения отклонений:

Выделяют одно отклонение из двух, которым характеризуют положение поля допуска относительно номинального размера – основное отклонение. Это отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Для полей допусков, расположенных выше нулевой линии, основными отклонениями являются нижние отклонения, для полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, – верхние отклонения.

У полей допусков, имеющих положительные и отрицательные отклонения, за основное принимают то, которое ближе расположено к нулевой линии.

Правила построения схем:

1. Провести и обозначить нулевую линию. Нулевая линия соответствует номинальному размеру. От неё откладывают предельные отклонения размеров (вверх - со знаком плюс, вниз - со знаком минус) (рисунок 4.16).
2. Выбрать масштаб.
3. Построить поле допуска.

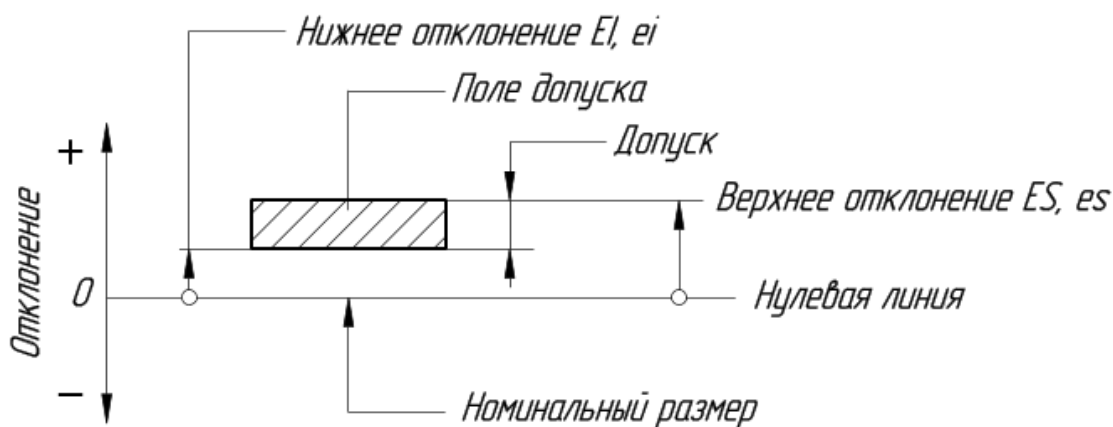


Рисунок 4.16 – Графическая схема полей допусков

Поле допуска по отношению к нулевой линии может располагаться по-разному (рисунок 4.17):

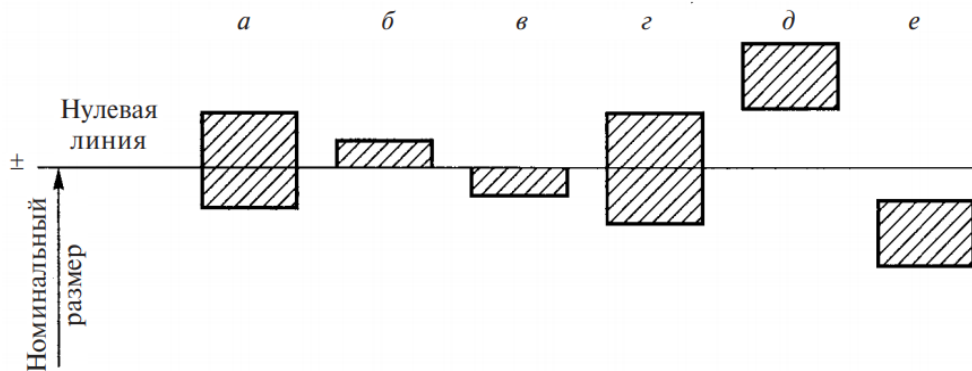


Рисунок 4.17 – Варианты расположения поля допуска относительно нулевой линии:

а – асимметричное двустороннее; б – асимметричное одностороннее (в «плюс» для вала, в «тело» для отверстия); в – асимметричное одностороннее (в «минус» для вала, в «тело» для отверстия);

г – симметричное двустороннее; д – асимметричное одностороннее с положительными отклонениями; е – асимметричное одностороннее с отрицательными отклонениями

Ход работы:

Задание: На чертеже заданы размеры (таблица 415). Начертите схемы расположения полей допусков.

Таблица 4.15 - Задание для построения графических схем полей допусков

Номер задания	Задание	Номер задания	Задание	Номер задания	Задание
1	$32^{+0,033}_{+0,017}$	5	$17_{-0,027}$	9	$70^{+0,013}_{-0,006}$
2	$29^{+0,033}$	6	$28^{+0,021}_{+0,015}$	10	$5_{-0,04}^{-0,01}$
3	$19 \pm 0,012$	7	$67^{+0,110}_{-0,119}$	11	$40^{+0,062}$
4	$51^{+0,076}_{-0,060}$	8	$12^{+0,006}_{-0,012}$	12	$8_{-0,009}$

Содержание отчёта

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Графические схемы всех полей допусков, заданных в таблице 4.15. Обратить внимание на выбор масштаба.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение вала и отверстия, основного вала и основного отверстия.
2. Что понимают под действительным размером?
3. Дайте определения предельным размерам, предельным отклонениям. Как они обозначаются?
4. Что понимают под допуском?
5. Что понимают под номинальным размером?
6. В чем разница между номинальным и действительным размерами?
7. Что такое допуск? Как определяется величина допуска?
8. Как связаны между собой предельные размеры и допуск?
9. Как связаны между собой предельные отклонения и допуск?
10. В чем различие между понятиями «допуск» и «поле допуска»?
11. Как понимать обозначение $50^{-0,39}$ на чертеже? Чему в этом случае равно верхнее отклонение?
12. Как понимать обозначение $75^{+0,030}$ на чертеже? Что такое квалитет? Как он обозначается?
13. Что такое основное отклонение?
14. Сколько основных отклонений валов и отверстий существует? Как они обозначаются?
15. Какие буквы основных отклонений применяются для вала и отверстия?
16. Сформулируйте условие годности действительного размера отверстия?

Практическое занятие №7

Тема: «Определение номинальных и предельных размеров, предельных отклонений и допусков. Определение характера посадок с учётом заданных

размеров вала и отверстий. Расчёт посадок, заданных в ЕСДП. Графическое изображение полей допусков».

Цель: научить студентов самостоятельно рассчитывать и графически изображать поля допусков и предельных отклонений, определять характер посадок и проводить расчёты посадок, заданных в единой системе допусков и посадок (ЕСДП), применяя полученные знания и навыки в практической работе.

Задание: по заданным параметрам соединения определить:

- предельные размеры и допуски на изготовление деталей;
- изобразить схему расположения полей допусков отверстия и вала;
- определить предельные зазоры и натяги в соединениях при посадке с зазором, натягом или переходной.

Варианты заданий приведены в таблице 4.16.

Технические средства обучения: рабочая тетрадь, ручка, линейка, карандаш, таблицы ГОСТ.

Теоретические сведения

При конструировании механизмов, машин, приборов и других изделий, проектировании технологических процессов, выборе средств и методов измерения возникает необходимость в проведении размерного анализа, с помощью которого достигается правильное соотношение взаимосвязанных размеров и определяются допустимые ошибки (ошибки).

Основные понятия. Определения терминов по ГОСТ 25346-89

Квалитет совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.

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

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.

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

Допуск посадки сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Зазор (S) разность между размерами отверстия и вала до сборки, если отверстие больше размера вала.

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

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.

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. Переходная посадка - посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала. При графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично.

Общие сведения о размерах, проставляемых на чертежах деталей и их соединений

В соединении двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности. Наиболее распространены в машиностроении соединения деталей с гладкими цилиндрическими (I) и плоскими параллельными (II) поверхностями. У цилиндрических соединений поверхность отверстия охватывает поверхность вала. Охватывающая поверхность называется отверстием, охватываемая - валом. Названия «отверстие» и «вал» условно применяются и к другим нецилиндрическим охватывающим и охватываемым поверхностям (рисунок 4.18).

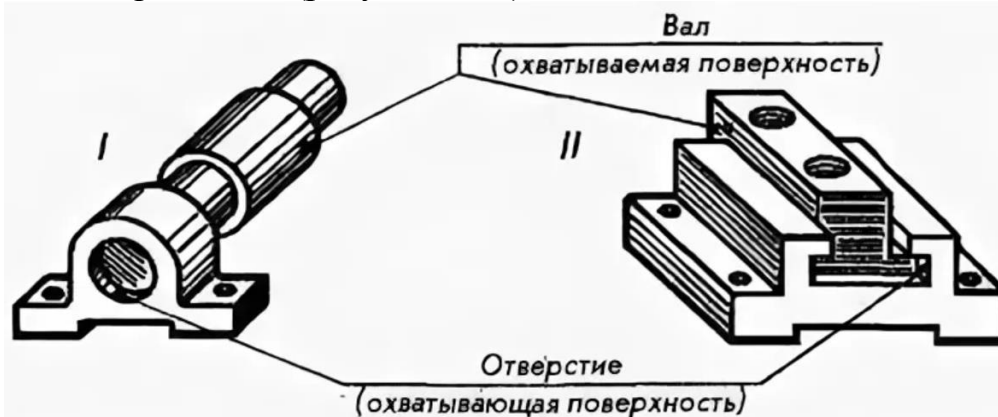


Рисунок 4.18 – Охватываемая («Вал») и охватывающая («Отверстие») поверхности

Стандарт ГОСТ 25346-89 устанавливает понятие «допуск системы», - это стандартный допуск, установленный системой допусков и посадок. Допуски системы ЕСДП обозначаются: IT01, IT0; IT1 ... IT17, Буквы IT обозначают «допуск ИСО». Так, IT7 обозначает допуск по 7-му качеству ИСО. Величина допуска не совсем полно характеризует точность обработки. Например, у вала $\varnothing 8^{+0,03}$ мм и вала $\varnothing 64^{+0,03}$ мм величина допуска одинаковая и равна 0,03 мм. Но обработать вал $\varnothing 64^{+0,03}$ мм значительно труднее, чем вал $\varnothing 8^{+0,03}$ мм. В качестве единицы точности, с помощью которой можно выразить зависимость точности от диаметра d , установлена единица допуска i (I). Чем

больше единиц допуска содержится в допуске системы, тем больше допуск и, следовательно, меньше точность, и наоборот. Число единиц допуска, содержащихся в допуске системы, определяется *кавалитетом точности*.

Под квалитетом понимается совокупность допусков, изменяющихся в зависимости от номинального размера. Квалитеты охватывают допуски сопрягаемых и несопрягаемых деталей. Для нормирования различных уровней точности размеров от 1 мм до 500 мм в системе ЕСДП установлено 19 квалитетов: 01; 0; 1; 2 ... 17. В настоящее время допуски измерительных инструментов и устройств - IT01 - IT7, допуски размеров в посадках - IT3 ... IT13, допуски ответственных размеров и размеров в грубых соединениях - IT14 ... IT17.

Для каждого квалитета на основе единицы допуска и числа единиц допуска закономерно построены ряды полей допусков. Поле допуска - поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Определяется оно величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении (рис. 2) поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Все поля допусков для отверстий и валов обозначаются буквами латинского алфавита: для отверстий (I) - прописными (A, B, C, B и т. д.) и для валов (II) - строчными (a, b, c, d и т. д.). Ряд полей допусков обозначаются двумя буквами, а буквы O, W, Q и L не используются.

Разберём теперь сущность некоторых понятий. Допустим, что для какой-нибудь детали задан основной расчётный размер 25 мм. Это номинальный размер. В результате неточностей обработки действительный размер детали может оказаться больше или меньше номинального. Однако действительный размер должен колебаться только в известных пределах. Пусть, например, наибольший предельный размер равен 25,028 мм, а наименьший предельный размер - 24,728 мм. Значит, допуск размера, характеризующий требуемую точность обработки детали, равен $25,028 - 24,728 = 0,300$ мм.

Как уже указывалось, на чертежах обозначают не предельные размеры, а номинальный размер и допускаемые отклонения - верхнее и нижнее. Для рассматриваемой детали верхнее предельное отклонение будет равно: $25,028 - 25 = 0,028$ мм; нижнее предельное отклонение: $24,728 - 25 = -0,272$ мм. Размер детали, проставляемый на чертеже, - верхнее предельное отклонения размера пишется над нижним (рисунок 4.19 а). Значения отклонения записываются более мелким шрифтом, чем номинальный размер. Знаки «плюс» и «минус» показывают, какое действие нужно произвести, чтобы подсчитать наибольший и наименьший предельные размеры. Если нижнее и верхнее предельные отклонения равны, то их записывают так: $\varnothing 16 \pm 0,2$ (рисунок 4.19 г). В этом случае размер шрифта у номинального размера и у равных абсолютных величин отклонений одинаковый. Если одно из отклонений равно нулю, то его совсем не указывают. В этом случае плюсовое отклонение наносят на место верхнего отклонения, а минусовое - на место нижнего предельного отклонения (рисунок 4.19 б и в).

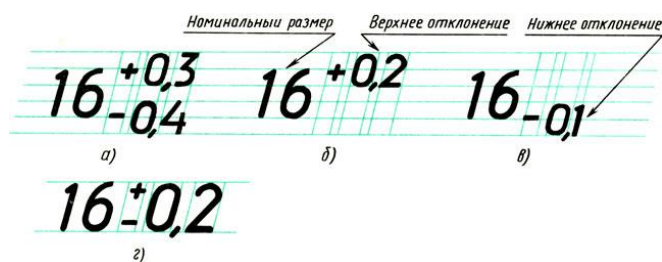


Рисунок 4.19 – Размеры деталей, проставляемые на чертежах:

а - асимметричные отклонения; б и в - нулевые отклонения; г - симметричные отклонения

Ход работы:

Задание. Соединение поршневого пальца с поршнем и шатуном в двигателе внутреннего сгорания осуществляется по трём видам посадок: с зазором, с натягом и по переходной посадке.

По заданным параметрам соединения определить:

- предельные размеры и допуски на изготовление деталей;
- изобразить схему расположения полей допусков отверстия и вала;
- определить предельные зазоры и натяги в соединениях при посадке с зазором, натягом или переходной.

Варианты заданий приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 - Варианты заданий к практической работе

№ варианта	Посадки			№ варианта	Посадки		
1	30H7/f6	62P7/h6	105Js7/h6	14	16H6/g5	50U8/h7	88H8/e7
2	45G7/h6	83H6/r5	58K7/h6	15	45H7/g6	76M7/h6	25H9/js9
3	36G6/h5	85H8/x8	100M6/h5	16	30F7/h6	180K8/h7	22H7/r6
4	22C11/h10	230H6/t5	18 K8/h7	17	25F7/h6	10Js10/h9	45H7/s6
5	40D11/h10	60H7/p6	105H7/js 7	18	32F9/h8	28N8/h7	175H6/t 5
6	1 18F10/h9	150H7/p6	130H6/m5	19	34D9/h8	240H5/k4	102H7/s6
7	76D8/h7	205H7/u7	90H7/m6	20	72F8/h7	18H8/z8	90H7/js6
8	25H9/f8	210T7/h6	55H7/k6	21	118U8/h7	15H10/h9	20H7/n7
9	90H8/g8	110H7/t6	65N7/h6	22	27M8/h7	36H10/f9	125H7/s7
10	70H10/d9	27H7/r6	112Js7/h7	23	95H11/d11	185H8/k7	222N8/h7
11	48H12/d11	42S7/h6	1 30H6/k5	24	114Js9/h9	50G7/h6	55H7/s6
12	50F8/h7	80K8/h7	122H7/r6	25	145G7/h6	23H7/r6	108K7/h6
13	90H12/b11	140H7/n6	40H9/x8	26	180H10/e9	105R7/h6	215H6/k5

Пример выполнения практической работы

Рассчитать предельные характеристики трёх заданных посадок и построить схемы расположения полей допусков для них:

$$\varnothing 40 H7/f6; \varnothing 40 H7/k6; \varnothing 40 H7/f6.$$

Решение

1. Определить предельные отклонения полей допусков заданных посадок. Для этого по ГОСТ 25346-2013 определить допуски для размера $\varnothing 40$: допуск IT7 = 25 мкм; допуск IT6 = 16 мкм.

Основные отклонения определить по таблицам ГОСТ 25346-2013:

для H $\rightarrow EI = 0$;

для f $\rightarrow es = -25$ мкм;

для k $\rightarrow ei = +2$ мкм;

для r $\rightarrow ei = +34$ мкм.

2. Вторые отклонения полей допусков рассчитать в зависимости от основного отклонения и допуска:

для H $\rightarrow ES = EI + IT7 = 0 + 25 = +25$ мкм;

для f $\rightarrow ei = es - IT6 = -25 - 16 = -41$ мкм;

для k $\rightarrow es = ei + IT6 = +2 + 16 = +18$ мкм;

для r $\rightarrow es = ei + IT6 = +34 + 16 = +50$ мкм.

3. Записать поля допусков размеров деталей смешанным способом:

$\varnothing 40 H7^{(+0.025)}$; $\varnothing 40 f6^{(-0.025)}$; $\varnothing 40 k6^{(+0.018)}$; $\varnothing 40 r6^{(+0.050)}$

4. Рассчитать предельные характеристики заданных посадок.

$$\varnothing 40 \frac{H7^{(+0.025)}}{f6^{(-0.041)}}$$

4.1. Рассчитать предельные характеристики посадки с зазором в системе отверстия по формулам

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei;$$

$$S_{\max} = ES - ei = +25 - (-41) = 66 \text{ мкм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es;$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-25) = 25 \text{ мкм};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d.$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 66 - 25 = 41 \text{ мкм};$$

Проверку выполнить по формуле

$$TS = T_D + T_d = 25 + 16 = 41 \text{ мкм}.$$

$$\varnothing 40 \frac{H7^{+0.025}}{k6^{+0.018}}$$

4.2. Рассчитать предельные характеристики переходной посадки в системе отверстия по формулам

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei;$$

$$S_{\max} = ES - ei = 25 - 2 = 23 \text{ мкм};$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei;$$

$$N_{\max} = es - EI = 18 - 0 = 18 \text{ мкм};$$

$$TS/N = S_{\max} + N_{\max} = 23 + 18 = 41 \text{ мкм};$$

$$TS/N = T_D + T_d = 25 + 16 = 41 \text{ мкм.}$$

$$\begin{matrix} \text{H}7^{+0.025} \\ \text{r}6^{+0.050} \\ \quad \quad \quad +0.034 \end{matrix}$$

4.3. Рассчитать предельные характеристики посадки с натягом в системе отверстия по формулам

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI;$$

$$N_{\min} = ei - ES = 34 - 25 = 9 \text{ мкм};$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES;$$

$$N_{\max} = es - EI = 50 - 0 = 50 \text{ мкм};$$

$$TS/N = N_{\max} - N_{\min} = 50 - 9 = 41 \text{ мкм};$$

$$TS/N = T_D + T_d = 25 + 16 = 41 \text{ мкм.}$$

5. Построить схемы расположения полей допусков заданных посадок (рисунок 4.20)

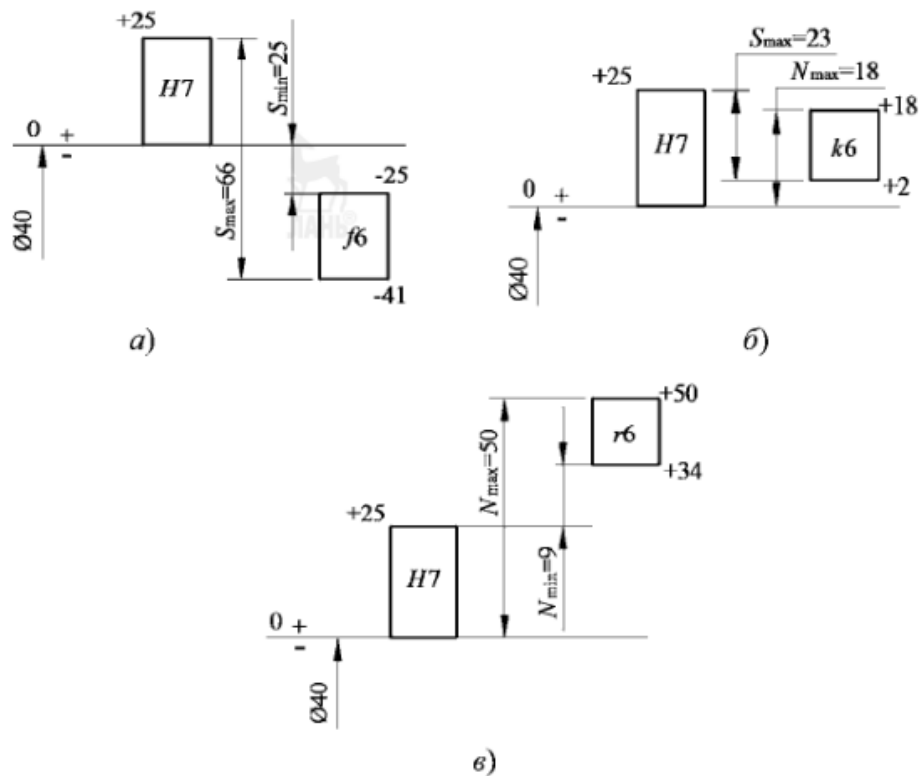


Рисунок 4.20 – Схемы расположения полей допусков посадок:
а – с зазором; б – переходной; в – с натягом.

Содержание отчёта

1. Наименование работы.
2. Цель работы.

3. Для каждой из заданных посадок определить систему и тип посадки, найти числовые значения основных точностных характеристик деталей и заданных посадок.

4. Произвести необходимые расчёты в тетради.

5. Построить графическую схему полей допусков.

6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое посадка?

2. Чем характеризуется посадка?

3. Что такое зазор и каковы условия его образования?

4. Что такое натяг и каковы условия его образования?

5. Какие группы посадок существуют? Для каких целей применяются посадки каждой группы?

6. Как образуются посадки в системе отверстия?

7. Как образуются посадки в системе вала?

8. Какая из систем посадок является предпочтительной и почему?

9. Как расположено поле допуска основного отверстия в системе отверстия?

10. Как расположено поле допуска основного вала в системе вала?

11. Как по взаимному расположению полей допусков отверстия и вала при графическом изображении посадки определить характер соединения?

12. Что такое система допусков и посадок?

13. Почему в стандартах на допуски и посадки используются понятие «интервал размера»?

14. Как называются ряды точности в ЕСДП?

15. Как связаны квалитеты со способом обработки поверхностей?

16. Как обозначаются на чертежах поля допуска основного отверстия и основного вала? Как расположены поля допусков этих деталей?

17. Как обозначаются на чертежах поля допусков отверстий и валов? Чем отличаются обозначения полей допусков отверстий от обозначения полей допусков валов?

18. Как наносятся предельные отклонения размеров на чертежах деталей?

19. Что означают размеры 30H7 и 50f8 на чертеже детали?

20. Какие квалитеты предназначены для образования посадок?

Практическое занятие №8

Тема: «Обозначение посадки на чертеже. Чтение чертежей, содержащих условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей».

Цель: Формирование у студентов навыков правильного обозначения посадок на чертежах и умения читать чертежи, содержащие условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей, с целью приобретения

практических навыков работы с проектной документацией и обеспечением качества изготовления деталей и сборочных узлов в судостроении.

Задание: прочитать чертежи деталей, сборочные чертежи, чертежи общего вида.

Технические средства обучения: тетрадь, ручка, чертежи деталей, сборочные чертежи, чертежи общего вида.

Теоретические сведения:

Общие сведения об отклонениях формы и расположения поверхностей

Изготовленная деталь всегда имеет некоторые отклонения действительных геометрических форм и расположения поверхностей от номинальных.

Точность формы и расположения

Грамотное чтение чертежа – залог успеха любого технического специалиста: инженера, токаря, резчика по металлу, сборщика и др.

Что же такое чертеж? Чертеж – это графический конструкторский документ, который содержит все необходимые данные для изготовления, сборки, упаковки изделия и строительства объектов.

Чтение допусков на чертеже

Изучив размеры, возникает вопрос: с какой точностью изготавливать изделия? Какие размеры наиболее ответственные? Для этого чертёж имеет допуски. Допуски бывают двух типов: допуски на размеры и допуски расположения.

Допуски на размеры проставляются несколькими способами.

Способ первый: числовой допуск рядом с численным значением размера показан на рисунке 4.21.

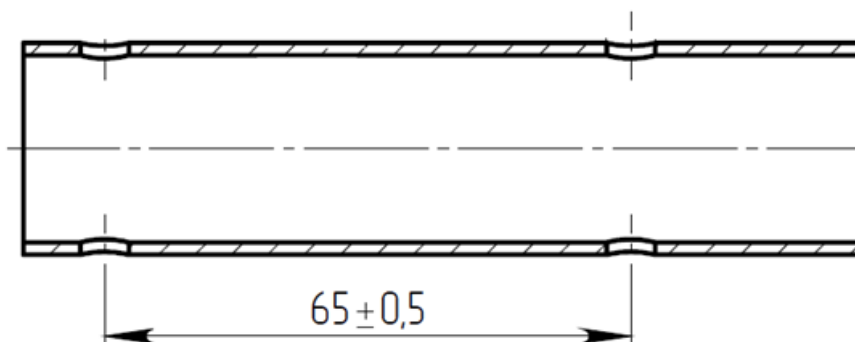


Рисунок 4.21 – Числовой допуск

Такой допуск может быть двунаправленным, как на рисунке выше. Может быть только в "+" или в "-". Также после численного значения размера могут быть подписи "max" или "min".

Знаки плюс и минус означают, что геометрия детали может отклоняться заданного параметра в любую сторону. На приведённом выше примере заданный допуск означает, что финальный размер может быть в диапазоне от 64,5 до 65,5 мм. Если в допуске указан только знак +, то отклонение может

быть только в сторону увеличения, то есть в нашем примере – от 65 до 65,5 мм. Аналогично с минусом – только в сторону уменьшения.

Знаки *min* и *max* ставятся, если важно, чтобы отклонение было не больше или не меньше указанного. При этом не принципиально какое будет отклонение в другую сторону. Важно, чтобы не меньше или не больше обозначенного в допуске.

Второй способ: буквенно-цифровое обозначение допуска. Например, *h8*, где *h* – идентификатор основного отклонения, а 8 – номер качества. И что это значит? Чтобы расшифровать такой допуск, необходимо обратиться к таблицам ГОСТ 25347-2013, в которых прописаны отклонения. Пример показан на рисунке 14.22.

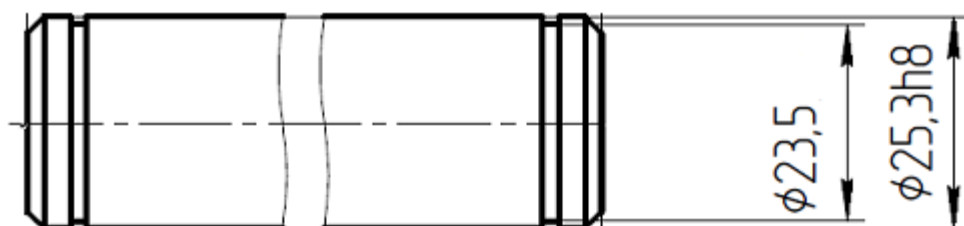


Рисунок 4.22 – Буквенно-цифровой допуск

Третий способ: прописать в ТТ. Когда на размерах в чертеже не указан допуск, его следует смотреть в технических требованиях (рисунок 4.23).

Где искать шероховатость на чертеже

Следующий этап чтения – шероховатость. Про неё у нас тоже есть статья "Шероховатость поверхности и её параметры". Если простыми словами, этот параметр показывает, насколько негладкая поверхность должна получиться, речь идёт о микрометрах. Есть основная шероховатость – она находится в правом верхнем углу чертежа. Она задаёт шероховатость поверхностей, если на них не указано иное. Пример на рисунке 4.23.

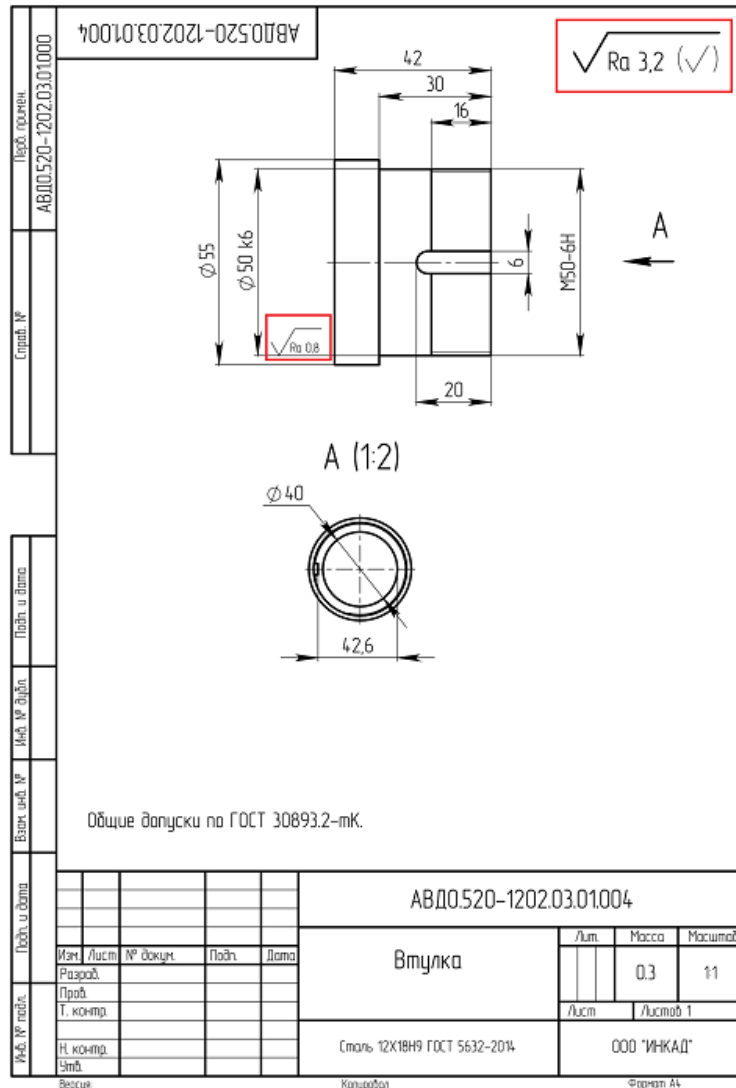


Рисунок 4.23 – Пример обозначения основной шероховатость на чертеже

Шероховатость поверхности является следствием пластической деформации поверхностного слоя детали при образовании стружки, копирования неровностей режущих кромок инструмента и трения его о деталь, вырывание с поверхности частиц материала. Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости) её рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется базовой длиной (рисунок 4.24).

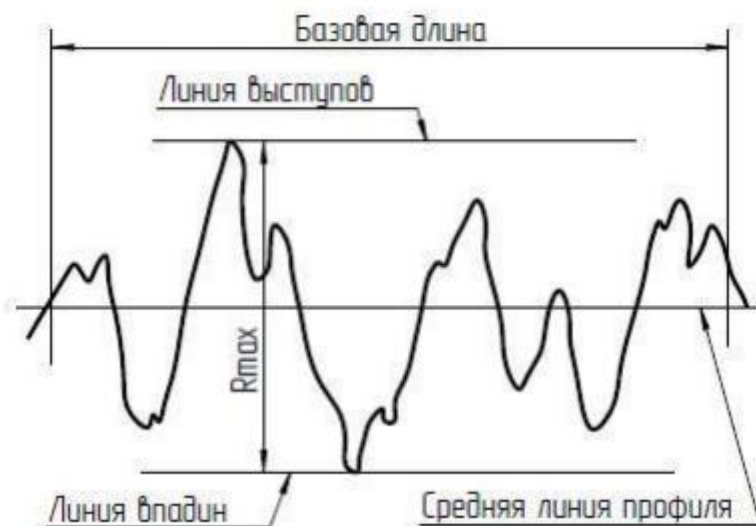


Рисунок 4.24 – Параметры шероховатости

ГОСТ предусматривает следующие параметры шероховатости поверхности (рисунок 4.24):

R_a - среднее арифметическое отклонение профиля;

R_z - высота неровности профиля по 10 точкам;

R_{max} - наибольшая высота неровностей профиля;

S_m - средний шаг неровностей; S - средний шаг неровностей по вершинам;

t_r - относительная опорная длина профиля;

r - шаговое значение уровня профиля.

Значения этих параметров определяются на участке поверхности в пределах базовой длины. Обозначение шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертеже установлены ГОСТ (рисунок 4.25).

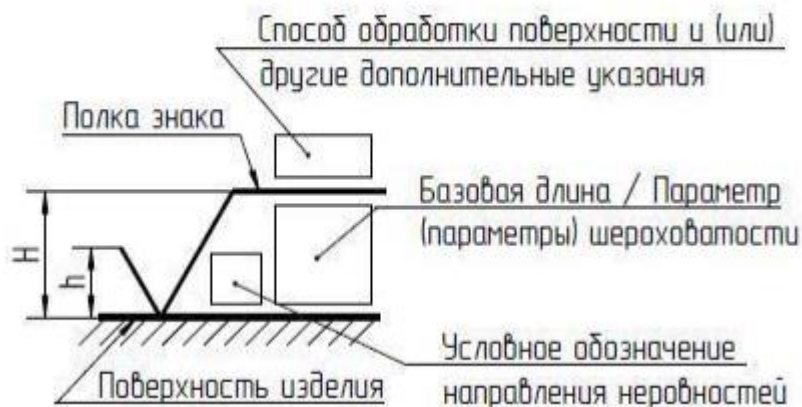


Рисунок 4.25 – Обозначение шероховатости поверхностей

Структура обозначения шероховатости поверхности включает знак шероховатости, полку знака и другие дополнительные указания. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки. Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1.5 \dots 5) h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. Знаки для обозначения шероховатости поверхности в зависимости от вида её обработки.

Основной знак, соответствующий обычному условию нормирования шероховатости, когда метод образования поверхности чертежом не регламентируется изображен на рисунке 4.26.

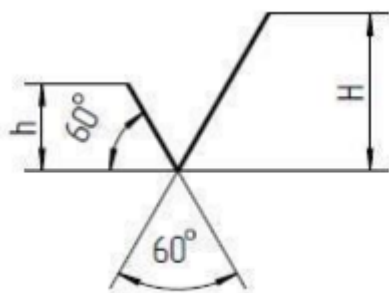


Рисунок 4.26 – Знак шероховатости, когда метод образования поверхности чертежом не регламентируется

Знак, соответствующий, конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована удалением слоя материала, например, точением, шлифованием, полированием, травлением и т. п. (конкретный вид обработки может и не указываться изображен на рисунке 4.27.

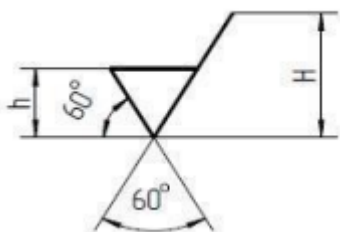


Рисунок 4.27 – Знак шероховатости, когда поверхность должна быть образована удалением слоя материала

Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована без удаления поверхностного слоя материала, например, литьём, штамповкой, прессованием (конкретный вид образования поверхности может и не указываться) изображен на рисунке 4.28.

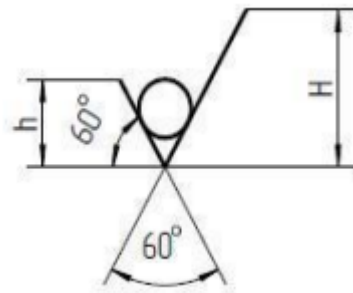


Рисунок 4.28 – Знак шероховатости, когда поверхность должна быть образована без удаления слоя материала

Допуски формы и расположения поверхностей деталей машин и приборов, термины, определения, относящиеся к основным видам отклонений, стандартизованы ГОСТ 24642-81*.

В основу нормирования и систему отсчёта отклонений формы и расположения поверхностей положен принцип прилегающих поверхностей и профилей, элементов, деталей, сборочных единиц (узлов). Все отклонения и допуски подразделяются на три группы: формы; расположения; суммарные - формы и расположения.

Общие термины и определения

Профиль - это линия пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью. Различают профили номинальной и реальной поверхностей.

Нормируемый участок - это участок поверхности или линии, к которому относится допуск на отклонение формы или расположения элемента. Нормируемый участок должен задаваться размерами, определяющими его площадь, длину или угол сектора (в полярных координатах). Если нормируемый участок не задан, то допуск или отклонение формы или расположения должен относиться ко всей поверхности или длине рассматриваемого элемента.

База - элемент детали (или выполняющее ту же функцию сочетание элементов), определяющий одну из плоскостей или осей системы координат, по отношению к которой задается допуск расположения или определяется отклонение расположения рассматриваемого элемента. Базами могут быть, например, базовая плоскость, базовая ось, базовая плоскость симметрии.

Правила указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах

Правила указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах изделий всей отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.308-79*, термины и определения - ГОСТ 24643-81, а неуказанные допуски - ГОСТ 25069-81.

Допуски и формы расположения поверхностей указывают на чертежах в виде условных обозначений или делают запись в технических требованиях. Предпочтительно применение условных обозначений. Графические изображения видов допусков можно посмотреть в таблицах 10, 11 и 12.

Таблица 4.17 - Графические изображения видов допусков (допуск формы)

Группа допуска	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	

Таблица 4.18- Графические изображения видов допусков (допуск расположения)

Допуск расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	

Таблица 4.19 -Графические изображения видов допусков (суммарные допуски формы и расположения)

Суммарные допуски формы и расположения	Допуск биения радиального, торцевого т в заданном направлении	
	Допуск полного радиального и полного торцевого биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

Виды допусков обозначаются на чертеже знаками (графическими символами) приведенными в таблицах 8, 9 и 10.

Суммарные допуски расположения формы и расположения поверхностей, для которых отдельные графические знаки не установлены, обозначают знаками составных допусков следующим образом: сначала ставят знак допуска расположения, а затем знак допуска формы – например, знак суммарного расположения допуска параллельности и плоскостности (рисунок 4.29).

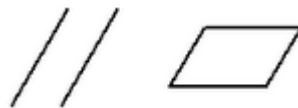


Рисунок 4.29 – Обозначение суммарного допуска

Допуск формы и расположения указывают в виде записи в технических требованиях чертежа, как правило, в тех случаях, когда отсутствует знак данного вида допуска. Порядок приведения данных в этом случае следующий: вид допуска; обозначение поверхности или другого элемента, для которого он задаётся (буквенное обозначение или конструктивное наименование, определяющее поверхность); числовое значение допуска в мм; обозначение баз, относительно которых задаётся допуск (для допусков расположения и суммарных допусков формы и расположения); указание о зависимости допуска формы или расположения (в соответствующих случаях).

Нанесение обозначения допусков формы и расположения

Условное обозначение допусков формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделённой на две и более частей (рисунок 4.30). В первой части помещают знак вида допуска, во второй – числовое значение допуска в мм, в третьей и последующих – буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

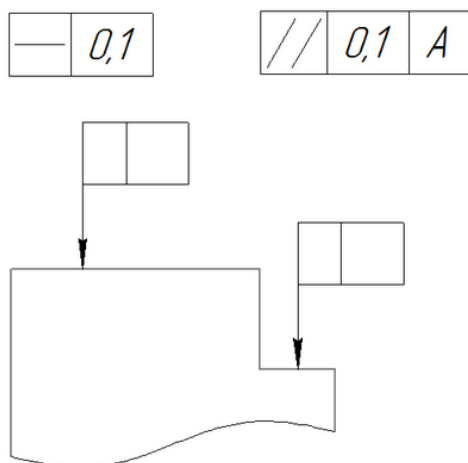


Рисунок 4.30 – Нанесение обозначения допусков формы и расположения

Обычно рамку располагают горизонтально, вертикальное расположение допускается, если в горизонтальном положении она затемняет чертёж. Пересекать рамку какими-либо линиями нельзя.

С элементом, к которому относится предельное отклонение, рамку соединяют сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой (рисунок 4.31). При этом направление отрезка соединительной линии, заканчивающегося стрелкой, должно соответствовать направлению измерения отклонения. Варианты отвода соединительной линии от рамки показаны на рисунке 4.31. При необходимости допускается проводить соединительную линию от второй (последней) части рамки (рисунок 4.32 а) и со стороны материала детали (рисунок 4.32 б).

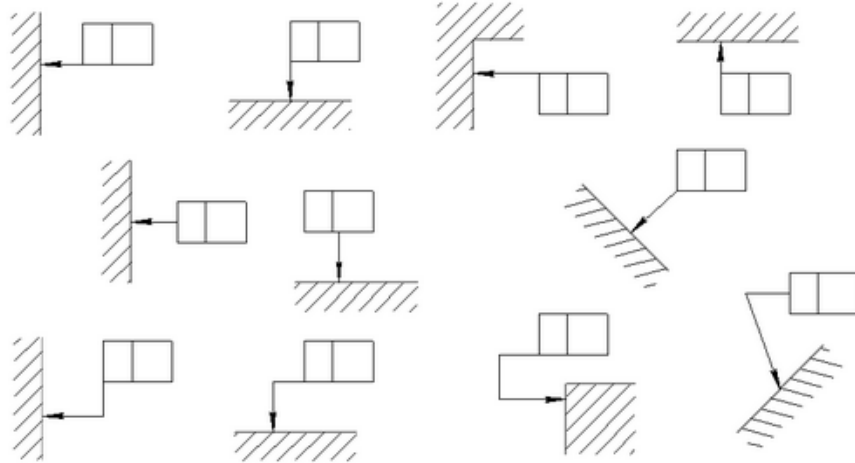


Рисунок 4.31 – Варианты отвода соединительной линии от рамки

Если допуск относится к поверхности или профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или её продолжением (рисунок 4.32). При этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии.

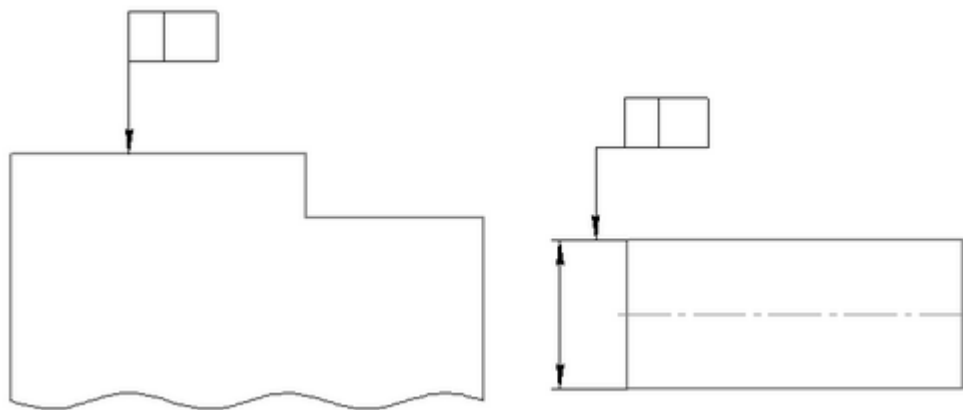


Рисунок 4.32 – Соединение рамки с контурной линией поверхности или её продолжением

Когда допуск относится к оси или плоскости симметрии, соединительная линия должна быть продолжена размерной линией (рисунок 4.33). При недостатке места стрелку размерной линии совмещают со стрелкой соединительной линии (рисунок 4.33).

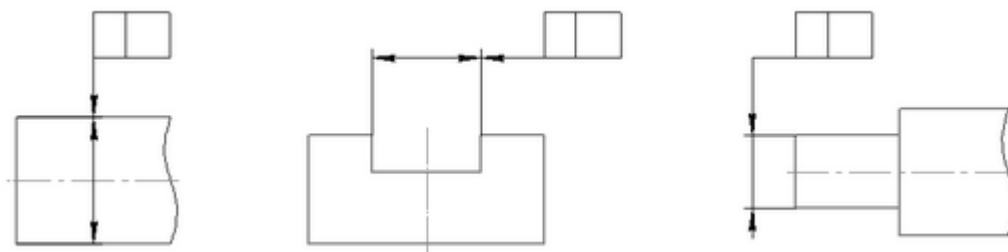


Рисунок 4.33 – Варианты проведения соединительной линии

Если размер элемента уже указан один раз, то на других размерных линиях данного элемента, используемого для условного обозначения допуска формы и расположения, его не указывают. Размерную линию без размера можно рассматривать как составную часть условного обозначения допуска формы и расположения (рисунок 4.34).

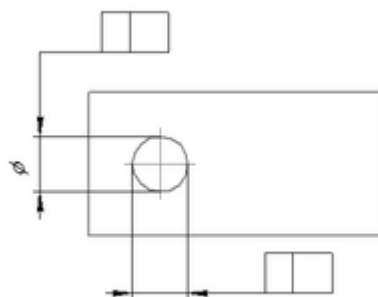


Рисунок 4.34 – Варианты проведения соединительной линии, когда размерную линию без размера можно рассматривать как составную часть условного обозначения допуска формы и расположения

В случае если допуск относится к боковым сторонам резьбы, рамку соединяют с изображением согласно рисунку 4.35 а, а если допуск относится к оси резьбы, то её соединяют с изображением в соответствии с рисунком 4.35 б.

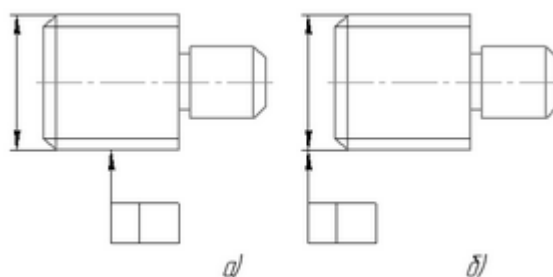


Рисунок 4.35 – Варианты нанесения допуска на деталях с резьбой

Когда допуск относится к общей оси или плоскости симметрии и из чертежа ясно, для какой поверхности данная ось (плоскость) симметрии является общей, то рамку соединяют с осью (плоскостью) симметрии (рисунок 4.36).

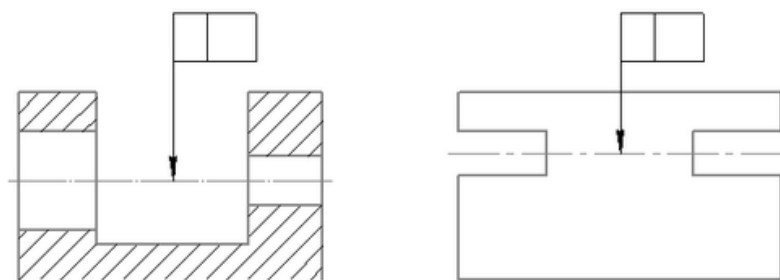


Рисунок 4.36 – Варианты нанесения допуска к общей оси или плоскости симметрии

Перед числовым значением допуска следует ставить:

знак \varnothing , если круговое или цилиндрическое поле определяют диаметром (рисунок 4.37 а);

символ R, если круговое или цилиндрическое поле определяется радиусом (рисунок 4.37 б);

символ T, если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски (в случае, когда поле позиционного допуска ограничено параллельными прямыми или плоскостями) указывают в диаметральном выражении (рисунок 4.37 в);

символ T/2 для тех же видов допусков, для которых ставят символ T, если их указывают в радиальном положении (рисунок 4.37 г);

слово «сфера» и знак \varnothing или символ R, если поле допуска сферическое (рисунок 4.37 д).

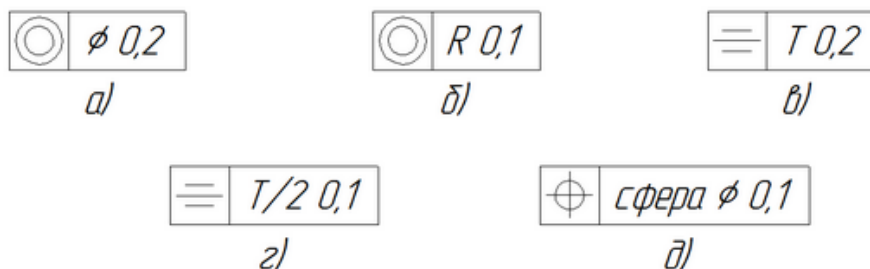


Рисунок 4.37 – Варианты использования условных знаков при обозначении допуска

Числовое значение допуска формы и расположения поверхностей, указанное в рамке (рисунок 4.38 а), относительно ко всей длине поверхности. Если допуск относится к участку поверхности заданной длины (или площади), то эту длину (площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией (рисунки 4.38 б и 4.38 в), которая не должна касаться рамки. Если необходимо назначить допуск по всей длине поверхности и на заданной длине, то допуск на заданной длине указывают под допуском на всей длине (рисунок 4.38 г).

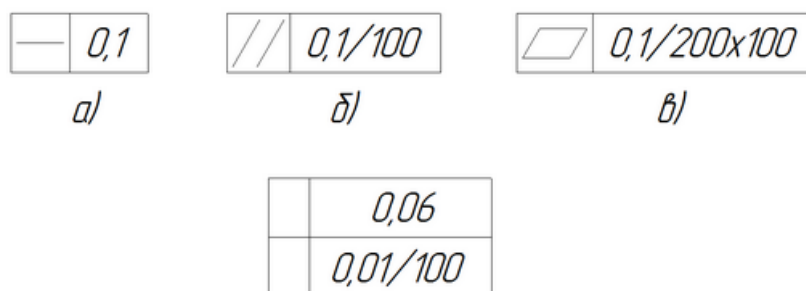


Рисунок 4.38 – Варианты обозначения допуска формы и расположения поверхности в зависимости от размера поверхности, к которой назначается допуск

Надписи, дополняющие данные, приведённые в рамке допуска, наносят над рамкой, под ней или так, как показано на рисунке 4.39.

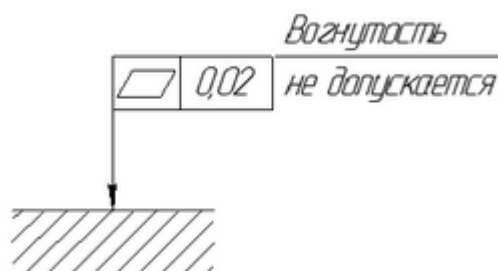


Рисунок 4.39 – Нанесение надписей, дополняющих данные, приведённые в рамке допуска

Если для какого-либо элемента необходимо задать два разных вида допуска, то можно рамки объединять и располагать их так, как показано на рисунке 4.40.

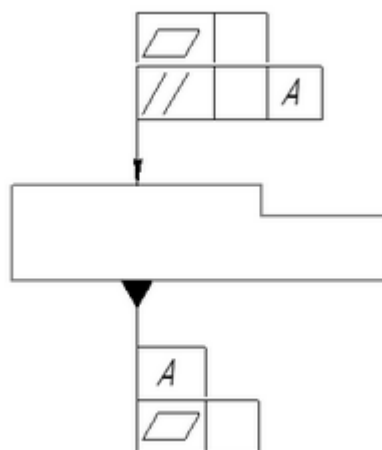


Рисунок 4.40 – Задание двух разных допусков для одного элемента

Повторяющиеся одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие одинаковые числовые значения и относящиеся к одним и тем же базам, допускается указывать один раз в рамке, от которой отходит одна соединительная линия с ответвлениями ко всем нормируемым элементам (рисунок 4.41).

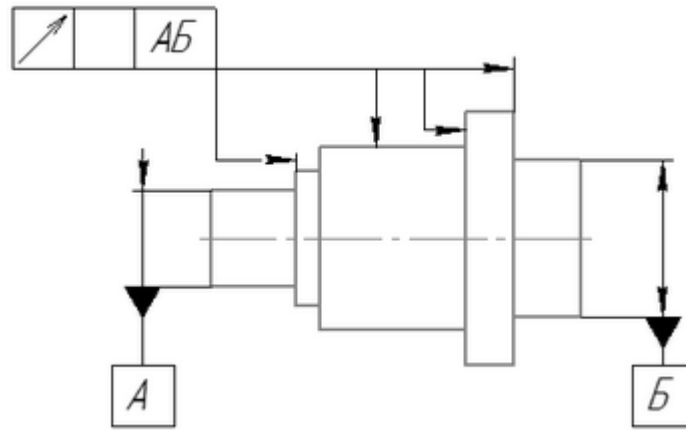


Рисунок 4.41 – Задание допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие одинаковые числовые значения и относящиеся к одним и тем же базам

Допуски формы и расположения симметрично расположенных элементов на симметричных деталях указывают один раз.

Базы на чертежах обозначают зачерненным равносоставленным треугольником, соединяют соединительной линией с рамкой (рисунок 4.41). Высота треугольника равна высоте размерных чисел на чертеже.

Технические требования

И наконец мы подошли к техническим требованиям. Про них у нас тоже написана статья «Технические требования», где подробно написано о правилах формирования и что к чему относится. Если коротко, то тех. требования – это текстовая запись в правом нижнем углу чертежа, которая включает дополнительную информацию, не показанную в графической части чертежа. Регламентируется оформление этой части ГОСТом 2.316-2008.

Перечень информации, которая включается в ТТ согласно ГОСТ:

- требования, которые устанавливаются для материала, аналога материала, заготовки, термообработки и для параметров материала конечной детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и другие);
- параметры отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и др.;
- требования, предъявляемые к качеству поверхностей, сведения об их покрытии;
- требования к настройке и регулировке изделия;
- условия и методы испытаний;
- информация о маркировке и клеймении;
- правила хранения и транспортировки;
- ссылки на другие документы, содержащие тех. требования, предъявляемые к изделию, не указанные на чертеже и т.п.

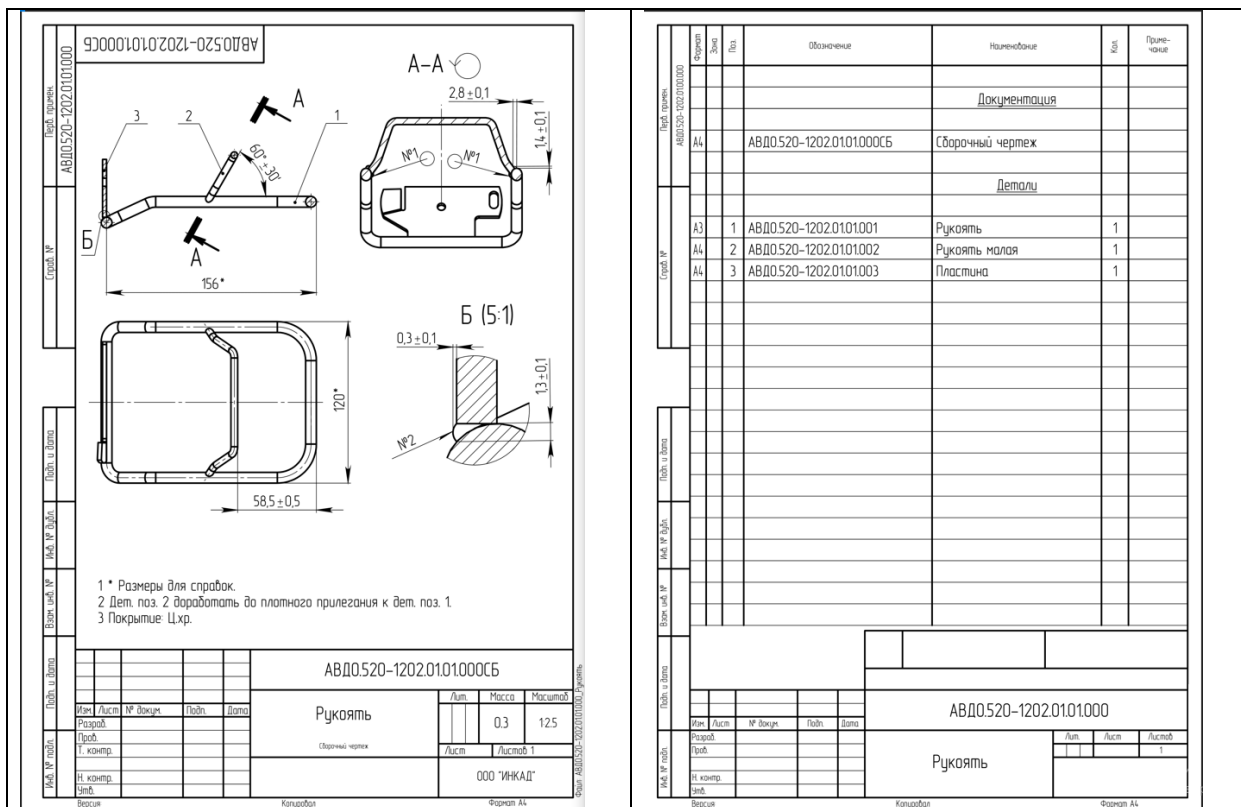


Рисунок 4.42 – Пример сборочного чертежа с указанием позиций и спецификация к чертежу

Ход работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Начать чтение чертежа с основной надписи (рисунок 4.42). Записать в тетрадь: наименование изделия, материал из которого изготовлено изделие, масса изделия, масштаб чертежа и т.д.
3. Записать какие изображения даны на чертеже: виды (основные, дополнительные, местные), сечения, разрезы.
4. Посмотреть есть ли технические требования на чертеже.
5. Изучить предложенный эскиз детали (приложение 1) и ответить с какой точностью изготавливается данное изделие. Какие размеры наиболее ответственные?
6. Следующий этап чтения чертеже - шероховатость поверхности. Определите какую шероховатость поверхностей должно иметь данное изделие. Расшифровать обозначения шероховатости поверхностей. Указать метод обработки детали для получения шероховатости поверхностей заданных параметров.
7. Затем определим какие на чертеже указаны обозначения отклонений формы и расположения поверхностей. Охарактеризовать заданные поверхности. Расшифровать обозначения отклонений формы и расположения заданных поверхностей.
8. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Содержание отчёта

1. Наименование работы.

2. Цель и задачи работы.
3. Прочитать заданный чертёж детали, сборочный чертёж или чертёж общего вида, выданный преподавателем по плану, приведённому выше. Записать ответы в тетрадь.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды отклонений от геометрической формы встречаются при обработке?
2. Какие виды отклонений от взаимного расположения поверхностей встречаются при обработке?
3. Каковы причины возникновения погрешности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей?
4. Каковы причины возникновения шероховатости поверхности?
5. Как обозначаются на чертежах допуски отклонения формы и расположения поверхностей?
6. Как влияют отклонения геометрических параметров на точность деталей?
7. Что такое шероховатость поверхности?
8. Каковы причины возникновения шероховатости поверхности?
9. Как обозначаются на чертежах допуски отклонения формы и расположения поверхностей.
10. Что понимается под шероховатостью поверхности?
11. Какие приняты критерии оценки шероховатости?
12. Как в соответствии с ГОСТ обозначается шероховатость поверхности?

3.3 Зачёт

Зачет – это форма промежуточной аттестации (или итогового контроля по дисциплине), направленная на проверку конечных результатов обучения, выявления степени усвоения учащимися системы знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины. Зачет фиксирует факт успешного освоения студентом учебного материала в пределах установленного срока и оформляется отметкой «зачтено» без балльной оценки.

В нашем случае зачет выступает формой итогового контроля. Для получения зачета по дисциплине студент обязан:

- изучить основные понятия и положения дисциплины;
- регулярно посещать учебные занятия;
- пройти тестирование в электронном образовательном ресурсе;
- своевременно и качественно выполнить все предусмотренные рабочей программой практические задания.

Студентам, имеющим не зачтённые практические работы, итоговая оценка успеваемости по дисциплине за семестр не выставляется.

Студент получает автоматический зачет («автомат») при выполнении всех перечисленных условий.

4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Исторические предпосылки появления метрологии.
2. Значение стандартизации в обеспечении качества продукции.
3. Роль технической документации в судостроительной отрасли.
4. Основные задачи и цели Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).
5. Функции Федерального органа по техническому регулированию и метрологии.
6. Особенности поверочных схем и процедуры поверки средств измерений.
7. Причины возникновения погрешностей при измерениях.
8. Классификация погрешностей измерений.
9. Основные метрологические характеристики измерительных средств.
10. Принципы выбора средств измерений исходя из требований точности.
11. Международные и национальные системы единиц физических величин.
12. Современные тенденции развития метрологии и стандартизации.
13. Организация метрологического обеспечения на предприятиях судостроения.
14. Назначение эталонных средств измерений.
15. Отличия стандартных образцов от обычных измерительных средств.
16. Требования к испытаниям и контролю качества продукции в судостроении.
17. Процедура аккредитации испытательных лабораторий.
18. Специфику документационного сопровождения конструкторских разработок.
19. Документы, используемые при разработке проектов в судостроении.
20. Важнейшие законодательные акты в сфере метрологии и стандартизации.
21. Нормативно-техническую базу стандартизации.
22. История формирования национальной системы стандартизации в России.
23. Примеры международного сотрудничества в области стандартизации.
24. Деятельность Международной электротехнической комиссии (МЭК).

25. Международный опыт стандартизации кораблестроительных технологий.
26. Методы проверки подлинности товаров по штрих-кодам.
27. Этапы процесса разработки и утверждения стандартов предприятий.
28. Эффективность работ по стандартизации и унификации.
29. Необходимость соблюдения установленных стандартов.
30. Контроль исполнения документов по стандартизации.
31. Факторы, определяющие уровень качества продукции.
32. Понятия о размерах, отклонениях и допусках.
33. Использование понятий пригодности действительных размеров.
34. Проблемы, возникающие при обработке деталей.
35. Параметры шероховатости поверхности и их влияние на качество изделия.
36. Критерии классификации погрешностей изготовления деталей.
37. Процедуры выборки и составления блоков плоскопараллельных мер длины.
38. Устройство и принцип работы штангенциркуля.
39. Применение микрометра для точного измерения деталей.
40. Теория погрешностей и выбор средств измерений.
41. Термины и определения, применяемые в процессе стандартизации.
42. Цели и задачи межгосударственных органов по стандартизации.
43. Ключевые международные стандарты и их значение для судостроения.
44. Понятие о добровольной и обязательной сертификации.
45. Обязанности заявителя при проведении сертификации.
46. Формы и способы подтверждения соответствия продукции стандартам.
47. Задачи сертифицирующих органов.
48. Документы, подтверждающие прохождение сертификации.
49. Объекты сертификации в судостроении.
50. Требования к маркировке сертифицированной продукции.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Основная литература:

1. Аристов А.И. Метрология, стандартизация, сертификация / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев. - Москва: Инфра-М, 2022
2. Завистовский В.Э. Допуски, посадки и технические измерения / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. - Москва: Инфра-М, 2022. - 278 с.
3. Зайцев С.А., Толстов А.Н., Грибанов Д.Д. [и др.] Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования. – 5-е изд.– М.: Издательский центр «Академия», 2023. – 288 с

4. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для среднего профессионального образования. – 13-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 362 с.
5. Райкова Е.Ю. Стандартизация, Метрология, подтверждение соответствия. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 216 с.
6. Сергеев А.Г. Метрология: учебник и практикум для СПО 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 312 с.
7. Третьяк Л.Н., Вольнов А.С. Метрология, стандартизация и сертификация: взаимозаменяемость: учебное пособие для среднего профессионального образования. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 362 с.

Дополнительные источники:

8. Клевлеев В.М., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Метрология, стандартизация и сертификация»: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. –256 с.
9. Кошечкина И.П., Канке А.А. «Метрология, стандартизация, сертификация». - М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 416 с.
10. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 671 с.
11. Мельников В.П., Смоленцев В.П., Схиртладзе А.Г. Управление качеством: учебник: Допущено Минобразованием России / Под ред. В.П. Мельникова. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 288 с.- 6-е изд., стер.-352с.
12. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высш. Школа, 2002. – 422 с.
13. Сергеев А.Г., Крохин В.В. «Метрология». – М.: Логос, 2002. – 408 с.

Интернет-ресурсы:

14. Официальный сайт Росстандарта РФ.
<https://www.rst.gov.ru/portal/gost>
15. РИА «Стандарт и качество» <https://ria-stk.ru/stq/about.php>

Нормативные-правовые акты:

16. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 23.07.2025) «О техническом регулировании»
17. ГОСТ 8.417-82 ГСИ. Единицы физических величин
18. РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.