

*Приложение 2.25 к ОПОП_П по специальности
15.02.16 Технология машиностроения*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Многопрофильный колледж

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.04 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
«общепрофессиональный цикл»
программы подготовки специалистов среднего звена
специальности 15.02.16. Технология машиностроения**

Квалификация: техник-технолог

Форма обучения

очная на базе основного общего образования

Рабочая программа учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 15.02.16. Технология машиностроения утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «14» июня 2022 г. № 444

Организация-разработчик: Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»

Разработчик (и):

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)

Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Екатерина Александровна Киселева

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Технологии машиностроения и
автоматизации»

Председатель О.В. Коровченко

Протокол № 5.1 от «11» февраля 2026г

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от «18» февраля 2026г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»	Ошибка! Закладка не определена.	4
1.1 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы...	Ошибка! Закладка не определена.	4
1.2 Перечень планируемых результатов освоения дисциплины	Ошибка! Закладка не определена.	4
1.3 Обоснование часов учебной дисциплины в рамках вариативной части	Ошибка! Закладка не определена.	5
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.	7
2.1 Трудоемкость освоения дисциплины.....	Ошибка! Закладка не определена.	7
2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»	Ошибка! Закладка не определена.	8
2.3 Перечень практических и лабораторных занятий.....	Ошибка! Закладка не определена.	12
3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.	15
3.1 Материально-техническое обеспечение.....	Ошибка! Закладка не определена.	15
3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы ..	Ошибка! Закладка не определена.	15
3.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	Ошибка! Закладка не определена.	16
4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.	17
4.1 Текущий контроль.....	Ошибка! Закладка не определена.	17
4.2 Промежуточная аттестация	Ошибка! Закладка не определена.	18
Приложение 1 Образовательные технологии	Ошибка! Закладка не определена.	19
Приложение 2 Фонд оценочных средств по дисциплине..	Ошибка! Закладка не определена.	21
Приложение 3 Методические указания	Ошибка! Закладка не определена.	28

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

1.1 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.16. Технология машиностроения. Рабочая программа составлена для очной формы обучения.

Цель дисциплины: формирование необходимых знаний и умений по контролю качества изделий в соответствии с технической документацией.

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2 Перечень планируемых результатов освоения дисциплины

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению видов деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению следующими профессиональными и общими компетенциями:

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования.

ПК 3.3. Разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

ПК 4.1. Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования

ПК 4.5. Контролировать качество работ по наладке и техническому обслуживанию

ПК 5.3. Контролировать качество продукции, выявлять, анализировать и устранять причины выпуска продукции низкого качества.

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Результаты освоения дисциплины соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленной в разделе 4 ППССЗ.

Требования к результатам освоения дисциплины

Индекс и наименование ОК, ПК	Результаты освоения	
	Умеет	Знает
ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования	УД 1_ОП.04 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;	ЗД 1_ОП.04 методики расчета межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования.	УД 2_ОП.04 оформлять технологическую документацию;	ЗД 2_ОП.04 требования единой системы классификации и кодирования и единой системы технологической документации к оформлению технической документации для металлообрабатывающего и аддитивного производства

ПК 3.3. Разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования	УД 3_ОП.04 разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)	ЗД 3_ОП.04 элементы Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), применяемые для разработки технологической документации по сборке изделий;
ПК 4.1. Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования		ЗД 4_ОП.04 стандарты качества и допусков
ПК 4.5. Контролировать качество работ по наладке и техническому обслуживанию	УД 4_ОП.04 оформлять техническую документацию	ЗД 5_ОП.04 нормативные акты и стандарты оформления технической документации (ГОСТы, СНИПы и т.д.)
ПК 5.3. Контролировать качество продукции, выявлять, анализировать и устранять причины выпуска продукции низкого качества.	УД 5_ОП.04 применять методы контроля качества продукции	ЗД 6_ОП.04 систему менеджмента качества на предприятии
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	УО 09.05 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;	ЗО 09.05 типы и назначение технической документации, включая руководства и рисунки в любом доступном формате;

1.3 Обоснование часов учебной дисциплины в рамках вариативной части

Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	Номер и наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
	ЗД 5 нормативные акты и стандарты оформления технической документации (ГОСТы, СНИПы и т.д.) УД 5 применять методы контроля качества продукции	Тема 1.1 Сущность стандартизации	14	Расширенное изучение методов контроля качества согласно актуальным ГОСТам
	УД 4 оформлять техническую документацию	Тема 2.3 Допуски формы и расположения поверхностей	4	Ознакомление с допусками биения и их обозначением
	ЗД 5 нормативные акты и стандарты оформления технической документации	Тема 2.4 Шероховатость поверхности	20	Расширенное изучение волнистости и шероховатости, СИ и

	(ГОСТы, СНиПы и т.д.) УД 5применять методы контроля качества продукции			методов измерения
	УД 5применять методы контроля качества продукции ЗД 6 систему менеджмента качества на предприятии	Тема 3.1 Сертификация и система менеджмента качества	4	Знания по контролю качества продукции в рамках системы менеджмента качества
Всего академических часов учебной дисциплины в рамках вариативной части			42	

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	в т.ч. в форме практической подготовки
теоретические занятия (лекции, уроки)	32	0
практические занятия	48	48
лабораторные занятия	16	16
курсовая работа (проект)	не предусмотрено	0
самостоятельная работа	не предусмотрено	0
промежуточная аттестация	18	0
Форма промежуточной аттестации – <i>экзамен</i>		

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

Наименование разделов и тем учебной дисциплины	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад.ч.	Код ПК, ОК	Коды осваиваемых элементов компетенций
1	2	3		4
Раздел 1. Основы стандартизации		16/10		
Тема 1.1 Сущность стандартизации	Содержание учебного материала	16/10		
	Основные цели и задачи стандартизации Категории и виды стандартов Российские и международные организации по стандартизации. Унификация и агрегатирование. Комплексная и опережающая стандартизация Комплексные системы общетехнических стандартов. Стандартизация в отрасли. ЕСКД. Классификационные группы стандартов по ЕСКД	6/0	ПК 1.6 ПК 3.3 ПК 4.5 ОК 09	ЗД 2 ,ЗД 3,ЗД 5, Зо 09.05
	В том числе практических и лабораторных занятий	10/10		
	Практическое занятие № 1. Оформление технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой.	2/2		УД 2,УД 3,УД 4, Уо 09.05;
	Практическое занятие № 2. Анализ стандарта гост 2.102 2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов	4/4		УД 2,УД 3,УД 4, Уо 09.05;
	Практическое занятие № 3. Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия	4/4		УД 2,УД 3,УД 4, Уо 09.05;
Раздел 2. Основы метрологии и взаимозаменяемости		62/54		
Тема 2.1 Метрология и	Содержание учебного материала	20/12		
	Нормативно-правовая основа метрологии. Основные цели и	8/0	ПК 1.5	ЗД 1 ,ЗД 6,

средства измерений	задачи метрологии. Закон РФ № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Триада приоритетных составляющих метрологии. Средства измерений. Классификация и метрологические характеристики средств измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений и их классификация. Калибровка и поверка средств измерений. Аттестация испытательного оборудования.		ПК 5.3 ОК 09	3о 09.05
	В том числе практических и лабораторных занятий	12/12		
	Практическое занятие №4. Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.	4/4		УД 1,УД 5, 3о 09.05
	Практическое занятие № 5. Выбор средств измерения и контроля	2/2		УД 1,УД 5, 3о 09.05
	Практическое занятие № 6. Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса точности	2/2		УД 1,УД 5, 3о 09.05
	Практическое занятие №7. Определение доверительной интервальной оценки погрешности при многократных измерениях	2/2		УД 1,УД 5, 3о 09.05
	Практическое занятие №8. Определение грубых промахов при обработке результатов многократных измерений	2/2		УД 1,УД 5, Уо 09.05
Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок	Содержание учебного материала	28/20		
	Допуски и посадки гладких соединений. Построение СДП. Обозначения на чертеже. Основные определения терминов по ГОСТ 25346-89. Метод выбора посадок. Виды посадок. Работа с таблицей ГОСТ. Области применения рекомендуемых посадок. Рекомендации по выбору посадок. Шпоночные соединения. Шлицевые соединения. Резьбовые соединения. Соединения подшипников	8/0	ПК 1.5 ПК 1.6 ПК 4.1 ПК 4.5 ОК 09	ЗД 1, ЗД 2 , ЗД 4, ЗД 5, 3о 09.05
	В том числе практических и лабораторных занятий	20/20		
	Практическое занятие № 9. Расчет и построение полей допусков	4/4		УД 1, УД 2,УД 4 Уо 09.05
	Практическое занятие № 10. Расчет допусков и посадок соединений	4/4		УД 1, УД 2,УД 4 Уо 09.05

	Практическое занятие № 11 Посадки резьбовых соединений.	4/4		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Практическое занятие № 12 Посадки под подшипники.	4/4		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Практическое занятие № 13 Посадки шпоночных соединений.	4/4		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
Тема 2.3 Допуски формы и расположения поверхностей	Содержание учебного материала	4/2	ПК 1.5 ПК 1.6 ПК 4.1 ПК 4.5 ОК 09	
	Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий. Основные понятия. Отклонение и допуски формы. Отклонение и допуски расположения поверхностей. Суммарные допуски и отклонения формы и расположения поверхностей. Обозначение на чертеже.	2/0		ЗД 1, ЗД 2, ЗД 4, ЗД 5, Зо 09.05
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2		
	Практическое занятие № 14 Допуски формы и расположения	2/2		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
Тема 2.4 Шероховатость поверхности	Содержание учебного материала	24/20	ПК 1.5 ПК 1.6 ПК 4.1 ПК 4.5 ОК 09	
	Шероховатость поверхности и её влияние на работу деталей машин. Параметры шероховатости. Нормирование параметров шероховатости поверхности. Обозначение на чертежах	4/0		ЗД 1, ЗД 2, ЗД 4, ЗД 5, Зо 09.05
	В том числе практических и лабораторных занятий	20/20		
	Практическое занятие № 15. Определение параметров шероховатости поверхности.	2/2		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Практическое занятие № 16. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах	2/2		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Лабораторное занятие № 1. Измерение и обозначение на чертеже параметров вала	4/4		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Лабораторное занятие № 2. Измерение и обозначение на чертеже параметров зубчатого колеса	6/6		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
	Лабораторное занятие № 3. Измерение и обозначение на чертеже параметров подшипника	6/6		УД 1, УД 2, УД 4 Уо 09.05
Раздел 3. Качество изделий и сертификация		4/0		
Тема 3.1	Содержание учебного материала	4/0		

Сертификация и система менеджмента качества	Технология подтверждения соответствия. Качество продукции и защита потребителей. Сертификация систем качества. Сертификация производств. Система менеджмента качества. Стандарты серии ИСО 9000	4/0	ПК 4.1 ПК 5.3 ОК 09	ЗД 4, ЗД 6, Зо 09.05
Промежуточная аттестация		18		
Всего:		114/64		

2.3 Перечень практических и лабораторных занятий

Номенклатура практических и лабораторных занятий должна обеспечивать освоение названных в разделе 1.2 рабочей программы умений.

Темы лабораторных и практических занятий	Содержание (краткое описание)	Специализированное оборудование, технические средства, программное обеспечение
Раздел 1. Основы стандартизации		
Практические занятия		
Практическое занятие № 1. Оформление технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой.	Формирование умений по оформлению технической документации согласно нормам ЕСКД	Не требуется
Практическое занятие № 2. Анализ стандарта ГОСТ 2.102 2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов	Формирование умений по оформлению технической документации согласно нормам ЕСКД	Не требуется
Практическое занятие № 3. Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия	Формирование умений по оформлению технической документации согласно нормам ЕСКД	Не требуется
Раздел 2. Основы метрологии и взаимозаменяемости		
Лабораторные занятия		
Лабораторное занятие № 1. Измерение и обозначение на чертеже параметров вала	Формирование умений проводить измерения деталей и оформлять чертежи в соответствии ЕСКД	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплект деталей (зубчатые колеса, валы) Штангенциркули 125мм;
Лабораторное занятие № 2. Измерение и обозначение на чертеже параметров зубчатого колеса	Формирование умений проводить измерения деталей и оформлять чертежи в соответствии ЕСКД	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплект деталей (зубчатые колеса, валы) Штангенциркули 125мм;
Лабораторное занятие № 3. Измерение и обозначение на чертеже параметров подшипника	Формирование умений проводить измерения деталей и оформлять чертежи в соответствии ЕСКД	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплект деталей (зубчатые колеса, валы) Штангенциркули 125мм;
Практические занятия		
Практическое занятие №4. Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.	Формирование умений проводить замеры показателей работы оборудования и приборов, рассчитывать показатели в единицах измерения	Не требуется
Практическое занятие № 5. Выбор средств измерения и контроля	Формирование умений проводить замеры показателей работы оборудования и приборов, рассчитывать показатели в единицах измерения	Не требуется
Практическое занятие № 6. Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса точности	Формирование умений проводить замеры показателей работы оборудования и приборов, рассчитывать показатели в единицах	Не требуется

	измерения	
Практическое занятие №7. Определение доверительной интервальной оценки погрешности при многократных измерениях	Формирование умений проводить замеры показателей работы оборудования и приборов, рассчитывать показатели в единицах измерения	Не требуется
Практическое занятие №8. Определение грубых промахов при обработке результатов многократных измерений	Формирование умений проводить замеры показателей работы оборудования и приборов, рассчитывать показатели в единицах измерения	Не требуется
Практическое занятие № 9. Расчет и построение полей допусков	Формирование умений расчета допусков размеров	Не требуется
Практическое занятие № 10. Расчет допусков и посадок соединений	Формирование умений расчета допусков размеров и посадок соединений	Не требуется
Практическое занятие № 11 Посадки резьбовых соединений.	Формирование умений подбора и расчета допусков размеров и посадок резьбовых соединений	Не требуется
Практическое занятие № 12 Посадки под подшипники.	Формирование умений подбора и расчета допусков размеров и посадок подшипников	Не требуется
Практическое занятие № 13 Посадки шпоночных соединений.	Формирование умений подбора и расчета допусков размеров и посадок шпоночных соединений	Не требуется
Практическое занятие № 14 Допуски формы и расположения	Формирование умений расшифровки допусков формы и расположения	Не требуется
Практическое занятие № 15. Определение параметров шероховатости поверхности.	Формирование умений расчета параметров шероховатости изделий	Не требуется
Практическое занятие № 16. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах	Формирование умений расшифровки и правил обозначения параметров шероховатости изделий	Не требуется

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения:

Кабинет «Кабинет общепрофессиональных дисциплин», оснащенный в соответствии с приложением 3 образовательной программы.

Лаборатория «Лаборатория метрологии», оснащенная в соответствии с приложением 3 образовательной программы.

Помещение для воспитательной работы, оснащенное в соответствии с приложением 3 образовательной программы.

3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы

Основные источники:

1. Метрология, стандартизация, сертификация : Учебник / Колчков Вячеслав Иванович ; Московский политехнический университет. - 2. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2024. - 432 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=437562>. - URL: <https://znanium.com/cover/0987/987721.jpg>. - ISBN 978-5-00091-638-4. - ISBN 978-5-16-112094-1. - ISBN 978-5-16-014505-1.

2. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : Учебник / Николаева Мария Андреевна, Карташова Лариса Валентиновна ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. - 3. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 297 с. - (Высшее образование). - Профессиональное образование. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=431010>. - URL: <https://znanium.com/cover/2074/2074318.jpg>. - ISBN 978-5-16-018897-3. - ISBN 978-5-16-111764-4.

3. Взаимозаменяемость и нормирование точности : Учебник / Афанасьев Александр Александрович, Погонин Анатолий Алексеевич ; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 427 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=436941>. - URL: <https://znanium.com/cover/2109/2109539.jpg>. - ISBN 978-5-16-019445-5. - ISBN 978-5-16-105908-1.

4. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость : Учебник / Тарасов Станислав Борисович, Любомудров Сергей Александрович, Макарова Татьяна Алексеевна [и др.] ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 337 с. - (Высшее образование). - Профессиональное образование. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=430972>. - URL: <https://znanium.com/cover/2074/2074338.jpg>. - ISBN 978-5-16-018882-9. - ISBN 978-5-16-106550-1.

Дополнительные источники:

1. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия. Практиум : Учебное пособие / Николаева Мария Андреевна, Карташова Лариса Валентиновна, Лебедева Тамара Павловна ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 115 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=439169>. - URL: <https://znanium.com/cover/2131/2131760.jpg>. - ISBN 978-5-16-019643-5. - ISBN 978-5-16-109981-0.

2. Метрология, стандартизация и сертификация. Основы взаимозаменяемости : Учебное пособие / Мочалов Виктор Дмитриевич, Погонин Анатолий Алексеевич, Афанасьев Александр Александрович ; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 264 с. - (Высшее образование). - Профессиональное образование. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=431224>. - URL: <https://znanium.com/cover/2079/2079283.jpg>. - ISBN 978-5-16-018960-4. - ISBN 978-5-16-106436-8.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации.

4.1 Текущий контроль

№	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты (индикаторы достижения компетенции)	Наименование оценочного средства	Критерии оценки
1	Тема 1.1 Сущность стандартизации	ПК 1.6, ПК 3.3, ПК 4.5 ОК 09	Тест	См.ниже
2	Тема 2.1 Метрология и средства измерений	ПК 1.5, ПК 5.3 ОК 09	Тест	См.ниже
3	Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок	ПК 1.6, ПК 4.1, ПК 4.5 ОК 09	Практическое задание	См.ниже
4	Тема 2.3 Допуски формы и расположения поверхностей	ПК 1.6, ПК 4.1, ПК 4.5 ОК 09	Практическое задание	См.ниже
5	Тема 2.4 Шероховатость поверхности	ПК 1.6, ПК 4.1, ПК 4.5 ОК 09	Практическое задание	См.ниже
6	Тема 3.1 Сертификация и система менеджмента качества	ПК 4.1, ПК 5.3, ОК 09	Тест	См.ниже

Критерии оценки практического задания:

«5» (отлично): выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

«4» (хорошо): выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

«3» (удовлетворительно): выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил ;

«2» (неудовлетворительно): выставляется студенту, если работа не выполнена.

Критерии оценки тестирования:

За правильно выполненное действие, задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Для оценки образовательных достижений обучающихся применяется универсальная шкала.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

Критерии оценки практического занятия:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено

4.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» - экзамен

Результаты обучения	Оценочные средства для промежуточной аттестации
ПК 1.5, ПК 1.6, ПК 3.3, ПК 4.1, ПК 4.5, ОК 09	Практическое задание 1. По чертежу колеса определить значения допусков гладких соединений 2. По чертежу колеса определить значения параметров шероховатости 3. По чертежу колеса определить значения отклонений формы поверхности.

Критерии оценки экзамена

–«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении теоретических и практических/лабораторных занятий используются следующие педагогические технологии:

№ п/п	Название образовательной технологии (с указанием автора)	Цель использования образовательной технологии	Планируемый результат использования образовательной технологии	Описание порядка использования (алгоритм применения) технологии в практической профессиональной деятельности
1	Диалоговые технологии	Целью диалоговой технологии является диалог как создание диалогического взаимодействия, представляющего собой близкую естественной деятельности ситуацию, мешающих им проявить себя	Развитие диалоговой культуры учащегося, предполагающего обогащение коммуникативной компетентности	Технология организации и проведения дискуссии 1.Организационно-содержательный этап: -постановка проблемы -осознание трудностей, связанных с обсуждаемой проблемой; актуализация ранее полученных знаний 2.Организационно-коммуникативный этап(организация взаимодействия в подгруппе) -выполнение коллективной задачи -согласованность в обсуждении проблемы и выработанного общего подхода 3.Результативный этап: -переработанная информация для убедительного положения -представление своей точки зрения -выбор и взвешивание подходов к решению 4.Рефлексивный этап: -суммирование, обзор того, что уже обсуждено, и вопросов, подлежащих дальнейшему обсуждению
2	Групповые	Использование групповой	Формирование собственной	1.Подготовка к выполнению группового

	технологии В.К.Дьяченко	технологии позволяет достичь: Организацию совместных действий, распределение, обмен и взаимодействие в группе	точки зрения, способности определять проблему и искать пути решения, создание взаимопонимания в группе,	задания 2.Планирование работы в группе 3.Распределение заданий внутри группы 4.Обсуждение результатов в группе 5.Подведение итогов
3	Здоровьесберегающие технологии В.Ф. Базарный	Обеспечить обучающимся возможность сохранения здоровья за период обучения в образовательном учреждении,	Уменьшение утомляемости, повышение эффективности работы.	1.Смена видов работ во время занятия. 2.Проведение разминок

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**ОП.04 Метрология, стандартизация и сертификация
Специальность 15.02.16 Технология машиностроения**

ПК 4.1. Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования

ПК 4.5. Контролировать качество работ по наладке и техническому обслуживанию

ПК 5.3. Контролировать качество продукции, выявлять, анализировать и устранять причины выпуска продукции низкого качества.

Код и наименование компетенции	Индикатор сформированности компетенции (ЗУНы)	Номер задания	Тип задания (закрытое / открытое / комбинированное)	Уровень сложности и задания (базовый / повышенный / высокий)	Время выполнения задания	Указания по оцениванию	Результаты оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)	Верный ответ (эталон)	Критерии
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования	УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;	1.	Закрытое	Базовый	1- 3 мин	Задание закрытого типа считается верным, если выбран правильный вариант ответа	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.	3	1 б – совпадение с верным ответом 0 б – остальные случаи

Примечание [М.В.1]: Где обоснование

я									
ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования	ЗД 2 требования единой системы классификации и кодирования и единой системы технологической документации к оформлению технической документации для металлообрабатывающего и аддитивного производства	2	Закрытое	Базовый	1- 3 мин	Задание закрытого типа считается верным, если выбран правильный вариант ответа	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.	3	1 б – совпадение с верным ответом 0 б – остальные случаи
ПК 5.3. Контролировать качество продукции, выявлять, анализировать и устранять причины выпуска продукции низкого качества.	УД 5 применять методы контроля качества продукции	3	Закрытое	Базовый	1- 3 мин	Задание закрытого типа считается верным, если выбран правильный вариант ответа	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.	4	1 б – совпадение с верным ответом 0 б – остальные случаи
ПК 3.3. Разрабатывать технологическую документацию	ЗД 3 элементы Единой системы конструкторской документации	4	Открытое	Высокий	5 – 10 мин	Задание открытого типа с развернутым ответом	Полный правильный ответ на задание оценивается 3	Классификаторы	3 б – совпадение с верным ответом

документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования	(ЕСКД), применяемые для разработки технологической документации по сборке изделий;					считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	баллами; если допущена одна ошибка / неточность / ответ правильный, но не полный — 1 балл, если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует — 0 баллов.		1 б – допущена одна ошибка, неточность, ответ не полный 0 б – остальные случаи
ПК 4.1. Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования	ЗД 4 стандарты качества и допусков	5	Комбинированный	Повышенный	3 – 5 мин	Задание комбинированного типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.	A2B3B4 Г1Д5	1 б – совпадение с верным ответом 0 б – остальные случаи
ПК 4.5. Контролировать качество работ по	ЗД 5 нормативные акты и стандарты оформления технической	6	Закрытое	Базовый	1- 3 мин	Задание закрытого типа считается верным, если	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом;	4	1 б – совпадение с верным ответом

Примечание [М.В.2]: Обоснование

наладке и техническому обслуживанию	документации (ГОСТы, СНиПы и т.д.)					выбран правильный вариант ответа	неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.		0 б – остальные случаи
ОК 09. Пользоваться профессиональ ной документацией на государственн ом и иностранном языках.	Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;		Закрытое	Базовый	1- 3 мин	Задание закрытого типа считается верным, если выбран правильный вариант ответа	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.	4	1 б – совпадени е с верным ответом 0 б – остальные случаи

Задание 1.

Прочитайте текст и выберите правильный ответ.

Допуск назначается исходя из технологической точности и/или требований к изделию, в частности, к посадке сопрягаемых элементов. Определите

допуск размера детали $29^{+0,1}_{-0,2}$

1. 0,1
- 2.- 0,2
- 3.0,3
4. 29,1
- 5.28,8

Ответ:3

Обоснование выбора ответа: допуск равен разности нижнего и верхнего отклонения, т.е. $TD=0,1-(-0,2)=0,3$

Примечание [М.В.3]: Не получится вставить в систему, не читает степени.

Задание 2.

Прочитайте текст и выберите правильный ответ.

Единая система конструкторской документации — комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, Какой вид документа используется для указания всех стандартов и технических норм, которым должно соответствовать изделие?

Варианты ответов:

- 1.Спецификация
- 2.Общий вид изделия
- 3.Технические условия
4. Рабочий чертеж детали
- 5.Сборочный чертеж

Ответ:3

Обоснование выбора ответа: технические условия содержат требования к изделию, в т.ч. и к выполнению операций по его сборке

Задание 3.

Прочитайте текст и выберите правильный ответ.

Контроль качества является важным этапом при производстве изделий. Какой метод контроля качества использует магнитные методы для выявления трещин и дефектов в материалах механизмов?

Варианты ответов:

- 1.Визуальный
- 2.Люминесцентный (флуоресцентный)
- 3.Ультразвуковой

- 4.Магнитопорошковый
5.Рентгенографический

Ответ: 4

Обоснование выбора ответа: Магнитный метод основан на исследовании искажений магнитного потока (поля рассеивания) в месте дефекта, имеющегося в изделии.

Задание 4.

Прочитайте текст и ответьте на вопрос

Как называются официальные документы, представляющие собой систематизированный свод наименований и кодов классификационных группировок и (или) объектов классификации в области технико-экономической и социальной информации?

Ответ: Классификаторы

Обоснование: Классификатор в рамках ЕСКД представляет собой систему кодов и правил, используемых для идентификации и описания элементов продукции и процессов.

Задание 5.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие аббревиатуры стандарта с названием

Аббревиатура		Название	
Здесь цифры		Здесь английские буквы	
А	ИСО	1	Национальный стандарт
Б	ГОСТ	2	Международный стандарт
В	СТО	3	Межрегиональный стандарт
Г	ГОСТ Р	4	Стандарт организации
Д	ТУ	5	Технические условия

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А2Б3В4Г1Д5

Обоснование выбора ответа: ИСО стандарт действует на территории нескольких стран, ГОСТ стандарт действует на территории СНГ, СТО стандарт действует только в конкретной организации, ГОСТ Р действует только на территории РФ, ТУ – технические условия.

Задание 6.

Прочитайте текст и выберите вариант ответа

Техническая документация является важным источником информации для измерительных приборов. Перечислите, то что НЕ относится к общим требованиям по оформлению документации по метрологии?

Варианты ответов

1. Документация должна быть оформлена однозначно, без двусмысленностей
2. Документация должна содержать точные термины и определения
3. Документация должна быть оформлена в соответствии с корпоративным стилем организации
4. Документация обязательно должна содержать рисунки и таблицы
5. документация оформляется в строгом соответствии с действующими национальными стандартами

Ответ: 4

Обоснование выбора ответа: Документация не обязательно содержит рисунки и таблицы

Задание 7.

Прочитайте текст, ответьте на вопрос и обоснуйте ответ

Техническая документация является важным источником информации для измерительных приборов. Какой технический документ подтверждает соответствие измерительного оборудования требованиям безопасности и техническим регламентам, но не подтверждает соответствие метрологическим характеристикам на конкретный момент времени?

Варианты ответов

1. Свидетельство о поверке
2. Методика поверки
3. Паспорт на прибор
4. Сертификат соответствия
5. Сертификат качества

Ответ: 4

Обоснование: Сертификат подтверждает, что оборудование изготовлено по требованиям безопасности, но не гарантирует метрологическое соответствие на определенную дату

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.04 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

**для обучающихся специальности
15.02.16. Технология машиностроения**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	29
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	30
Практическое занятие №1	30
Практическое занятие №2	32
Практическое занятие №3	33
Практическое занятие №4	39
Практическое занятие №5	44
Практическое занятие №6	46
Практическое занятие №7	49
Практическое занятие №8	52
Практическое занятие № 9.....	55
Практическое занятие № 10.....	57
Практическое занятие № 11	64
Практическое занятие № 12.....	69
Практическое занятие № 13	77
Практическое занятие № 14.....	80
Практическое занятие № 15.....	84
Практическое занятие № 16	89
Лабораторное занятие № 1	93
Лабораторное занятие № 2.....	98
Лабораторное занятие № 3.....	100

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

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

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по технической механике), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

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

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 3 разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)
- УД 4 оформлять техническую документацию
- УД 5 применять методы контроля качества продукции

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

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования.

ПК 3.3. Разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

ПК 4.1. Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования

ПК 4.5. Контролировать качество работ по наладке и техническому обслуживанию

ПК 5.3. Контролировать качество продукции, выявлять, анализировать и устранять причины выпуска продукции низкого качества.

А также формированию общих компетенций:

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Сущность стандартизации

Практическое занятие №1

Оформление технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой

Цель: привить умения оформлять технологическую и техническую документацию

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 3 разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1 Изучить основные правила оформления документации.

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

Порядок выполнения работы:

1. Изучить и законспектировать основные правила оформления документации, представленные в презентационном материале.

2. Выявить и составить перечень типичных ошибок в оформлении предложенного отрывка технического документа.

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

4. Сделать вывод.

Ход работы:

1. Изучить и законспектировать основные правила оформления документации, представленные в презентационном материале.

2. Выявить ошибки в оформлении предложенного отрывка технического документа.

3. Охарактеризовать следующее:

– Требования к оформлению текстовой части.

– Оформление элемента «Содержание», «Введение», «Список используемых источников».

– Деление текста на разделы, пункты, подпункты.

– Оформление заголовков.

– Оформление формул, иллюстраций и таблиц.

– Использование сокращений в тексте документа.

– Применение ссылок на используемые источники.

– Оформление перечислений.

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

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе и приложенный к нему тестовый документ

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.1 Сущность стандартизации

Практическое занятие №2

Анализ стандарта ГОСТ 2.102 2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

Цель: привить умения работать со стандартами системы ЕСКД

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 3 разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1 Изучить основные виды конструкторской документации

2 Составить сравнительную таблицу по видам документов

3. Описать требования к определённому виду документа в зависимости от варианта

Ход работы:

1. Изучить и законспектировать основные понятия из стандарта ГОСТ 2.102-2013

2. Составить таблицу

Вид документа	Характеристика документа
---------------	--------------------------

3. Описать необходимые требования к видам документов

Например, Технические условия, включают: технический проект, рабочая документация на детали, сборочной единицы, комплексы, комплекты.

Документы составляют в зависимости от характера, назначения или условий производства изделия с учетом требований, изложенных в графе «Дополнительное указание»;

ТУ на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки (реализации) потребителю. По согласованию потребителя (заказчика) и поставщика (разработчика) КД ТУ могут быть составлены на отдельные составные части

Форма представления результата:

Таблица с заданием №2 и требования к документации

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.1 Сущность стандартизации

Практическое занятие №3

Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия

Цель: 1) ознакомиться со структурой национальных стандартов на продукцию;
2) привить умения работать со стандартами системы ЕСКД

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 3 разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1 Изучить основные виды нормативной документации.

2 Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру технических регламентов, национальных стандартов на продукцию, услуги, процессы, методы контроля и стандартов организации.

3 Сделать вывод.

Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Ознакомиться с содержанием предложенного нормативного документа.

3. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа.

4. Сделать вывод, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.

Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Организовать рабочие группы численностью не более 4 человек.

3. Ознакомиться с содержанием предложенного нормативного документа.

4. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.

5. Дать определения следующим понятиям:

— стандарты на продукцию;

— стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;

— стандарты на услуги;

— стандарты на термины и определения;

— стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа);

— стандарты организаций.

6. Сделать вывод, указав все проанализированные данные в следующем виде:

Вид документа – ...

Назначение документа – ...

Дата введения в действие – ...

Структурные элементы и их назначение: ...

Краткие теоретические сведения:

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

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

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

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

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

В стандарт в общем случае включают следующие элементы:

- 1) Титульный лист.
- 2) Предисловие. Приводят сведения об организации работ по стандартизации на соответствующем уровне и общие сведения о данном стандарте.
- 3) Содержание.
- 4) Введение. Элемент приводят, если существует необходимость обоснования причин разработки стандарта, указания места стандарта в комплексе стандартов или сообщения об использовании иных форм его взаимосвязи с другими стандартами, а также приведения другой информации, облегчающей пользователям применение данного стандарта.
- 5) Наименование.
- 6) Область применения. Указывают назначение стандарта и область его распространения (объект стандартизации), а при необходимости конкретизируют область применения стандарта.
- 7) Нормативные ссылки. Элемент приводят, если в тексте стандарта даны нормативные ссылки на другие стандарты РФ.
- 8) Термины и определения.
- 9) Обозначения и сокращения.
- 10) Основные нормативные положения:
 - Классификация. Указывают ассортимент конкретных пищевых продуктов, выпускаемых по данному стандарту.

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

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

– Маркировка. Устанавливают требования к маркировке продуктов.

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

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

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

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

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

12) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

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

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

В стандартах на технологические процессы устанавливают:

1) Общие требования к их проведению.

2) Термины и определения.

3) Классификацию.

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

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

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

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

8) Методы контроля качества.

9) Требования безопасности и охраны окружающей среды:

При установлении требований безопасности указывают:

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

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

- требования к применению средств индивидуальной и коллективной защиты при проведении технологического процесса (отдельных операций);
- требования к соблюдению санитарно–гигиенических правил;
- требования к наличию средств пожаротушения, технических средств противопожарной защиты, пожарной техники;
- требования к производственному персоналу;
- требования к устройству аварийной сигнализации, применению знаков безопасности и сигнальных цветов.

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

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

На услуги разрабатывают следующие стандарты:

- основополагающие стандарты на услуги;
- стандарты на номенклатуру показателей качества и безопасности услуг;
- стандарты общих требований;
- стандарты общих технических условий;
- стандарты, устанавливающие требования к обслуживающему персоналу;
- стандарты на методы контроля (оценки) качества и безопасности услуг.

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

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

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

Для стандарта на термины и определения установлена следующая структура:

- 1) Наименование стандарта;
- 2) Вводная часть;
- 3) Основная часть. В основной части стандарта могут быть выделены разделы и подразделы. Как правило, основная часть стандарта на термины и определения имеет раздел «Общие понятия». Далее разделы располагают в соответствии с системой понятий по видам, составным частям и элементам объекта стандартизации.
- 4) Алфавитный(ые) указатель(и) терминов, иноязычных эквивалентов терминов, буквенных обозначений;
- 5) Приложение(я);
- 6) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

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

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

- требования к условиям, при которых проводят контроль (испытания, измерения, анализ);
- требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также вспомогательным устройствам;
- порядок подготовки к проведению контроля;
- порядок проведения контроля;
- правила обработки результатов контроля;
- правила оформления результатов контроля;
- точность данного метода контроля.

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

В СТО в общем случае включают следующие элементы:

- 1) Титульный лист.
- 2) Предисловие.
- 3) Содержание.
- 4) Введение.
- 5) Наименование.
- 6) Область применения.
- 7) Нормативные ссылки.
- 8) Термины и определения.
- 9) Обозначения и сокращения.
- 10) Основные нормативные положения:
 - технические требования;
 - требования к сырью;
 - упаковка
 - правила приемки;
 - методы анализа;
 - транспортирование и хранение.
- 11) Приложения.
- 12) Библиография.
- 13) Библиографические данные.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Метрология и средства измерений

Практическое занятие №4

Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.

Цель: Научиться переводить единицы измерения в систему СИ.

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 5 применять методы контроля качества продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Перевести единицы измерения в систему СИ

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

2. Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание .

3. Перечертить задание по своему варианту в форме таблицы. Используя таблицы 1-3 выразить в соответствующих единицах заданные величины.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения:

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется системой единиц физических величин. Единица основной ФВ является основной единицей данной системы. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль и канделла (табл.1).

Производная единица - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Некоторые производные единицы системы СИ, имеющие собственное название, приведены в табл. 2

Для установления производной единицы следует:

- выбрать ФВ, единицы которых принимаются в качестве основных;

- установить размер этих единиц;

- выбрать определяющее уравнение, связывающее величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица. При этом символы всех величин, входящих в определяющее уравнение, должны рассматриваться не как сами величины, а как их именованные числовые значения;

Таблица 1 Основные единицы физических величин

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	Размерность	Рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	Θ	T	кельвин	К	K
Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	кандела	кд	cd

Таблица 2 Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед.СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества	Q	кулон	Кл	$с \cdot A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot A^{-2}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$кг \cdot с^{-2} \cdot A^{-1}$

Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными.

Внесистемная единица -это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на 4 вида: допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы -тонна; плоского угла - градус, минута, секунда; объема -литр и др.

Некоторые внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, приведены в табл.3

Таблица 3- Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^3 кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Объем	литр	л	10^{-3} м^3
Площадь	гектар	га	10^4 м^2

СИ

Кратная единица — это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную

или внесистемную единицу. Например, единица длины километр равна 1000 м, т. е. кратная метру.

Дольная единица — единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10^{-3} м, т. е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4 Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	д
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санتي	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	милли	м
10^9	гига	Г	10^{-6}	микро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кило	к	10^{-12}	пико	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^1	дека	да	10^{-18}	атто	а

Существует

соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными (табл. 1.5)

Таблица 1.5 Соотношения между единицами измерения

Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными
Длина	М	1 мкм = 10^{-6} м
Масса	кг	1 т = 1000 кг 1 ц = 100 кг
Температура	К	$\Theta = (t \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15) \text{ К}$
Вес (сила тяжести)	Н	1 кг = 9,81 Н 1 дин = 10^{-5} Н
Мощность	Вт	1 кгс-м/с = 9,81 Вт 1 эрг/с = 10^{-7} Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт
Плотность	кг/м ³	1 т/м ³ = 1 кг/дм ³ = 1 г/см ³ = 10^3 кг/м ³ 1 кгс-с ² /м ⁴ = 9,81 кг/м ³
Давление	Па	1 бар = 105 Па 1 мбар = 100 Па 1 дин/см ² = 1 мкбар = 0,1 Па 1 кгс/см ² = 1 ат = 9,81-104 Па = 735 мм. рт. ст. 1 кгс/м ² = 9,81 Па 1 мм. вод. ст. = 9,81 Па 1 мм. рт. ст. = 133,3 Па
Объем	м ³	1 л = 10^{-3} м ³ = 1 дм ³
Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс-м = 9,81 Дж 1 эрг = 10^{-7} Дж 1 кВт-ч = 3,6-106 Дж = 4,19 кДж

Сравнение некоторых точек в температурных шкалах Фаренгейта, Цельсия и Кельвина представлены в табл. 1.6.

Таблица 1.6

**Сравнение некоторых точек в температурных шкалах
Фаренгейта, Цельсия и Кельвина**

Температурные точки	Шкала		
	Фаренг	Цельси	Кельви
Абсолютный нуль	-460	-273	0
Точка замерзания воды	32	0	273
Средняя комнатная	68	20	293
Нормальная температура человека	98,6	36,6	310
Точка кипения воды	212	100	373

Формулы взаимного перевода температур разных шкал:

$$^{\circ}\text{C} = 100/180(^{\circ}\text{F} - 32) = 5/9(^{\circ}\text{F} - 32); \text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.$$

2. Произвести перевод несистемных единиц согласно варианту

Варианты заданий					
4, 10, 16, 22		5, 11, 17, 23		6, 12, 18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10 Па	ат	10 Па	мм. рт. ст.	10 Па	Мбар
100 Па	кгс/м ²	100 Па	мкбар	100 Па	дин/м ²
1000 мм. рт. ст.	дин/см ²	1000 мм. рт. ст.	ат	1000 мм. рт. ст.	кгс/м ²
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	Дин
1 Вт	ккал/ч	1 Вт	кгс-м/с	1 Вт	эрг/с
1 Дж	ккал	1 Дж	кВт-ч	1 Дж	Эрг
0,01 л	См ³	0,01л	дм ³	0,01 л	м ³
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1 Вт	мВт	1 Вт	сВт	1 Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг/м ³	г/см ³	1 кг/м ³	мг/м ³

Варианты заданий					
1, 7, 13, 19		2, 8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10 м	мкм	100 м	мм	100 см	м
100 кг	т	100 кг	ц	100 кг	г
37 °С	Ө	32 °С	Ө	25 °С	Ө
250 К	°С	450 К	°С	210 К	°С
10 Па	бар	10 Па	Мбар	10 Па	дин/см ²
100 Па	мм. рт. ст.	100 Па	кгс/см ²	100 Па	мм. вод. ст.
1000 мм. рт. ст.	мбар	1000 мм. рт. ст.	Па	1000 мм. рт. ст.	кгс/см ²
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10 Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10 Вт	кгс-м/с
10 Дж	ккал	10 Дж	кВт-ч	10 Дж	эрг

0,1 л	См ³	0,1 л	дм ³	0,1л	м ³
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100 Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг/м ³	кг/дм ³	1 кг/м ³	г/см ³	1 кг/м ³	г/м ³

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Метрология и средства измерений

Практическое занятие №5

Выбор средств измерения и контроля

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

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
УД 5 применять методы контроля качества продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить пределы измерения и класс точности согласно варианту
 - амперметром со шкалой (0...50) А измерены значения тока;
 - вольтметром класса точности со шкалой (0...100) В измерены значения напряжений;
 - цифровым омметром со шкалой (0...10) Ом измерены значения сопротивления.

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

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

Краткие теоретические сведения:

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

Допуск измерения параметра определяется по формуле:

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

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

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

Основная абсолютная погрешность определяется, исходя из условия:

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

где Δ – основная абсолютная погрешность;

D – допуск измерения параметра согласно нормативным документам.

Основная относительная погрешность средств измерений определяется, исходя из условия:

$$d = D/X$$

где X – значение показания средства измерения.

Основная приведенная погрешность определяется по формуле:

$$g = (D/X_N) * 100\%$$

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

- если шкала прибора односторонняя, то есть нижний предел измерений равен нулю, то X_N определяется равным верхнему пределу измерений;
- если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора.

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

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Метрология и средства измерений

Практическое занятие №6

Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса точности

Цель: 1) освоить методику вычисления погрешность показаний средств измерений, зная класс точности;

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 5 применять методы контроля качества продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1 Вычислить погрешность показаний средств измерений, зная класс точности.

2 Сделать вывод.

Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Определить погрешность показаний средств измерений

3. Ответить на вопросы

Ход работы:

1. Ознакомиться и законспектировать теоретические сведения

Краткие теоретические сведения:

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

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

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

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

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

Общие требования к классам точности установлены национальным стандартом ГОСТ 8.401.

Обозначение класса точности средства измерения указывается в технической документации на средство измерения со ссылкой на стандарт или техническое условие (стандарт предприятия), а также дублируется на следующих частях на средства измерения: – на отсчетном устройстве; – на корпусе; – на щитке; – или других местах удобных для нанесения и чтения.

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

Обозначения классов точности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения классов точности

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

Примечания:

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

Числовые значения класса точности показывают отклонения в процентах.

Галочки под числом – средства измерения данного типа имеют существенно неравномерную шкалу.

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Метрология и средства измерений

Практическое занятие №7

Определение доверительной интервальной оценки погрешности при многократных измерениях

Цель: 1. Изучить алгоритмы обработки многократных измерений.

2. Научиться оценивать истинное значение измеряемой величины при многократном измерении с помощью интервалов.

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 5 применять методы контроля качества продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Провести обработку результатов измерений.
2. Записать результат измерения величины

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту рассчитать среднеарифметическое значение
2. Рассчитать значение выборочного среднего квадратичного отклонения
3. Определить доверительные границы случайной погрешности
4. Определить границы доверительного интервала.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения

Доверительным называется интервал, в котором с заданной вероятностью (называемой доверительной) находится истинное значение измеряемой величины

Доверительный интервал для нормального закона распределения может быть определен в выражением

$$m_x - t_{\beta} \sigma_x \leq x \leq m_x + t_{\beta} \sigma_x$$

где t_{β} — коэффициент, определяемый с вероятностью β по интегралу вероятности;
 m_x и σ_x — математическое ожидание и СКО результатов измерений величины x_i

По результатам статистической обработки результатов измерений строятся статистический ряд, гистограмма и определяются статистические характеристики — математическое ожидание, дисперсия и другие, на основании которых принимается какой-либо экспериментальный закон распределения. Его соответствие выбранному теоретическому закону распределения проверяется по критериям согласия. Если экспериментальные и теоретические характеристики совпадают, то при дальнейшей обработке этих измерений пользуются параметрами теоретического закона распределения

Однако если данных недостаточно, то можно определить по ограниченному материалу ориентировочные значения характеристик случайных погрешностей. Можно оценить, насколько точно определено действительное значение измеряемой величины, его

математическое ожидание. Так как оценка математического ожидания вычисляется на основании конечного числа измерений по формуле (1), то она будет отличаться от действительного значения на величину Δm , которая является случайной погрешностью математического ожидания и при $n \rightarrow \infty$ будет стремиться к нулю.

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}, \quad (1)$$

где m — оценка математического ожидания; n — число измерений; x_i — значения измеряемой величины

Дисперсия оценки математического ожидания меньше, чем дисперсия результатов отдельных наблюдений. Среднее квадратичное отклонение оценки математического ожидания, согласно формулам (2) и (3), может быть определено как

$$\bar{\sigma}_m = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

или по результатам наблюдений:

$$\bar{\sigma}_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n(n-1)}}.$$

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (2)$$

где D — дисперсия случайной величины

$$\bar{D}[x] = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - m)^2}{n-1}. \quad (3)$$

2. Пример решения задания:

Дан ряд показаний прибора, Вт: 21,19,22,24,18.

Доверительная вероятность $P=0,90$.

Определим среднее арифметическое и примем за результат измерения:

$$x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{5} \cdot (21+19+22+24+18) = \frac{1}{5} \cdot (104) = 20,8 \text{ Вт}$$

Где n – количество измерений, $n=5$

Определим среднеквадратичное отклонение результата измерения:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} \\ \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{5 \cdot (5-1)} \cdot (21-20,8)^2 + (19-20,8)^2 + (22-20,8)^2 + (24-20,8)^2 + (18-20,8)^2} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{20} \cdot (0,04 + 3,24 + 1,44 + 10,24 + 7,84)} = \sqrt{1,14} = 1,068 \end{aligned}$$

Определим коэффициент Стьюдента $t(n,p)$. Так как $n=5$ и доверительная вероятность $P=0,90$ из таблицы 2 определим: $t=2,1$

Границы доверительного интервала $\Delta = \pm t \cdot \sigma_x = 2.1 \cdot 1.068 = 2.24 \text{ Вт}$

Запишем результат измерения согласно первой форме ГОСТ 8.011-72

20.8 Вт; 0т -2.24 до 2.24 Вт; P=0.90 Вт

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Метрология и средства измерений

Практическое занятие №8

Определение грубых промахов при обработке результатов многократных измерений

Цель: Получить практические навыки обработки результатов измерений по обнаружению грубых погрешностей

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 5 применять методы контроля качества продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
2. Провести обработку результатов измерений по своему варианту
3. Рассчитать критерий β и исключить промахи, если они выявлены
4. Сделать вывод

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения

Грубой погрешностью (промахом) называется погрешность, существенно превышающая значение ожидаемой погрешности при данных условиях проведения измерительного эксперимента. Обычно грубая погрешность является следствием значительного внезапного изменения условий эксперимента: скачка тока источника электропитания; не учтённое экспериментатором изменение температуры окружающей среды (при длительном эксперименте); неправильный отсчёт показаний из-за отвлечения внимания экспериментатора и др. Наличие грубых погрешностей в выборке результатов измерений могут сильно исказить среднее значение выборки и как следствие доверительный интервал. Поэтому выявление и исключение результатов, содержащих промах, обязательно. Обычно результат измерения, содержащий грубую погрешность, сразу виден в ряду измеренных значений, но в каждом конкретном случае это необходимо доказать.

Одним из критериев для оценки промаха является критерий Романовского. В этом случае используют уровень значимости β , который определяется равенством

$$\beta = \frac{|\bar{x} - x_{\min/\max}|}{s_x},$$

где $\bar{x}$ - среднее арифметическое;

$x_{\min/\max}$ – результат измерения, подозрительный на содержание грубой погрешности

$x_{\min}$ – наименьший результат измерения в ряду измеренных значений,

$x_{\max}$ – наибольший результат измерения в ряду измеренных значений);

S_x – статистическое среднее квадратическое отклонение (СКО).

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где n – количество измерений.

В зависимости от выбранной доверительной вероятности P , т.е. от желания экспериментатора получить уверенный результат проверки гипотезы, и числа измерений n из табл. 1 находят теоретический уровень значимости β_t и сравнивают с ним рассчитанное значение β .

Если $\beta > \beta_t$, то результат $x_{\min/\max}$ следует отбросить как содержащий грубую погрешность.

Если $\beta < \beta_t$, то выборку следует сохранить в полном объёме. Как правило, критерий Романовского применяют при объёме выборки $n < 20$.

Таблица 1. Значения теоретического уровня значимости β_t

n	P		
	0,90	0,95	0,99
3	1,412	1,414	1,414
5	1,869	1,917	1,972
7	2,093	2,182	2,310
9	2,238	2,349	2,532
11	2,343	2,470	2,689
13	2,426	2,563	2,809
15	2,523	2,670	2,946
17	2,551	2,701	2,983
19	2,601	2,754	3,049

2. Пример решения задачи

При многократном измерении напряжения электрического тока с помощью цифрового вольтметра получены значения в В: 10,38; 10,37; 10,39; 10,38; 10,39; 10,44; 10,41; 10,5; 10,45; 10,39; 11,1; 10,45. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,95$.

Решение:

1. Найдём среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{125,65}{12} = 10,47 \text{ В}$$

2. Среднее квадратическое отклонение ряда:

$$S_x = 0,2 \text{ В}$$

3. Из ряда измеренных значений выбираем результаты, подозрительные на содержание грубой погрешности:

$$x_{\min} = 10,37 \text{ В}$$

$$x_{\max} = 11,1 \text{ В}$$

4. Рассчитываем критерий β :

$$\text{для } x_{\min} = 10,37 \text{ В } \beta_{\min} = \frac{|10,47 - 10,37|}{0,2} = 0,5$$

$$\text{для } x_{\max} = 11,1 \text{ В } \beta_{\max} = \frac{|10,47 - 11,1|}{0,2} = 3,15$$

5. Из таблицы 1 при заданном значении доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа измерений $n=12$ выбираем теоретический уровень значимости для данного ряда

$$\beta_T = \frac{\beta_{T/n=11} + \beta_{T/n=13}}{2} = 2,52.$$

6. Сравниваем фактические и теоретические уровни значимости:

$\beta_{\min} = 0,5 < \beta_T = 2,52$ - результат $x_{\min} = 10,37 \text{ В}$ не содержит грубую погрешность;

$\beta_{\max} = 3,15 > \beta_T = 2,52$ - результат $x_{\max} = 11,1 \text{ В}$ содержит грубую погрешность и должен быть исключен из ряда.

7. После исключения промаха пересчитываем значения $\bar{X} = \frac{114,51}{11} = 10,41 \text{ В}$, $S_x = 0,041 \text{ В}$, $x_{\min} = 10,37 \text{ В}$, $\beta_{\min} = 1,069$, $x_{\max} = 10,5 \text{ В}$, $\beta_{\max} = 2,116$, $\beta_T = 2,47$.

8. Сравниваем фактические уровни значимости с теоретическим:

$\beta_{\min} = 1,069 < \beta_T = 2,47$ и $\beta_{\max} = 2,11 < \beta_T = 2,47$ - ряд измеренных значений не содержит промахов с вероятностью $P = 0,95$.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок

Практическое занятие № 9

. Расчет и построение полей допусков

Цель: Научиться выбирать посадки в системе отверстия и вала с использованием таблиц ГОСТов.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Построить поле допуска для заданной посадки
2. Определить величину зазора (натяга).

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту определить отклонения размеров вала и отверстия по таблицам ГОСТа.
2. Построить поле допуска.
3. Определить величину зазора (натяга) в мм.

Ход работы:

Пример 1. Определить отклонения размеров вала и отверстия по таблицам ГОСТа.

Посадка $\#20H7/e8$

Посадка на отверстие $\#20H7^{+0,021}_0$

Верхнее отклонение $ES = 0,021 \text{ мм}$

Нижнее отклонение $EI = 0$

Наименьший диаметр $D_{\min} = 20 \text{ мм}$

Наибольший диаметр $D_{\max} = 20 + 0,021 = 20,021 \text{ мм}$

Посадка на вал $\#20e8^{+0,040}_{-0,073}$

Верхнее отклонение $es = -0,073 \text{ мм}$

Нижнее отклонение $ei = -0,04 \text{ мм}$

Наименьший диаметр $d_{\min} = 20 - 0,073 = 19,927 \text{ мм}$

Наибольший диаметр $d_{\max} = 20 - 0,04 = 19,96 \text{ мм}$

Построить поле допуска по своим значениям.



т.к. размеры вала меньше размеров отверстия посадка называется с зазором

Краткие теоретические сведения:

Системой допусков и посадок (СДП) называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизировать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и взаимозаменяемость деталей машин, а также обуславливает их качество.

Третий принцип построения СДП (предусмотрены системы образования посадок) Предусмотрены посадки в системе отверстия и в системе вала.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

Основное отверстие (H) — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.

Основной вал (h) — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Точные отверстия обрабатываются дорогостоящим мерным инструментом (зенкерами, развертками, протяжками и т. п.). Каждый такой инструмент применяют для обработки только одного размера с определенным полем допуска. Валы же независимо от их размера обрабатывают одним и тем же резцом или шлифовальным кругом.

При широком применении системы вала необходимость в мерном инструменте многократно возрастает, поэтому предпочтение отдается системе отверстия.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено..

Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок

Практическое занятие № 10

Расчет допусков и посадок соединений

Цель работы:

1) освоить методику вычисления допусков и посадок;

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1 Вычислить допуски и посадки.

2 Сделать вывод.

Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Рассчитать допуски и посадки.

3. Изобразить схему поля допуска.

4. Сделать вывод.

Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

2. Определить годность вала согласно варианту

3. Изобразить схему расположения поля допуска вала согласно варианту, и вычислить допуск на его изготовление.

4. Определить предельные размеры и допуск отверстия и вала

5. Определить допуск вала 7-го качества, если его номинальный размер.

6. Определить качество точности вала по известному допуску, согласно варианту

5. Предложить операции обработки для получения качеств.

7. Определить допуск вала и отверстия

8. Дать характеристику основным понятиям, характеризующим допуски и посадки.

9. Выводом к работе являются значения, полученные в ходе произведенных расчетов.

Краткие теоретические сведения:

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

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

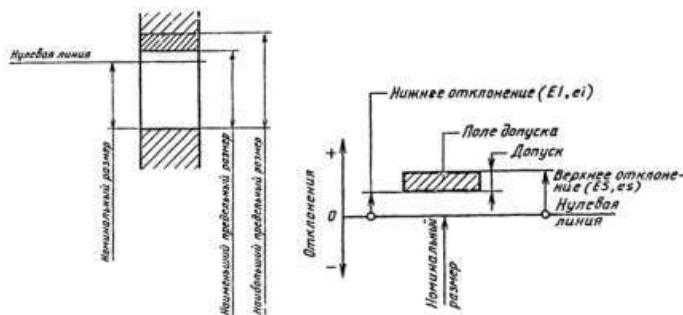


Рисунок 1 – Размер детали

Рисунок 2 – Изображение на чертежах размеров деталей

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

Таблица 1 – Предельные отклонения и допуск размера

Условное обозначение, наименование и определение	Расчетные формулы
D (d) – номинальный размер отверстия (вала) – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений	–
ES (es) – верхнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наибольшим предельным $D_{\max}$ ($d_{\max}$) и номинальным размерами отверстия (вала)	$ES = D_{\max} - D$ ($es = d_{\max} - d$)
EI (ei) – нижнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наименьшим предельным $D_{\min}$ ($d_{\min}$) и номинальным размерами отверстия (вала)	$EI = D_{\min} - D$ ($ei = d_{\min} - d$)
TD (Td) – допуск размера отверстия (вала) – разность между наибольшим $D_{\max}$ ($d_{\max}$) и наименьшим $D_{\min}$ ($d_{\min}$) предельными размерами отверстия (вала) или абсолютная величина алгебраической разности между верхним ES (es) и нижним EI (ei) отклонениями отверстия (вала)	$TD = D_{\max} - D_{\min}$ ($Td = d_{\max} - d_{\min}$) или $TD = ES - EI$ ($Td = es - ei$)

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

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

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

Допуски в квалитетах определяются формулой (1):

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

где q – номер квалитета; a – безразмерный коэффициент, установленный для каждого квалитета (таблица 2);

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

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

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

где D_c – среднее геометрическое граничных значений интервала номинальных размеров (таблица 3),

$$D_c = \sqrt{(D_{\min} D_{\max})}$$

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

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

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

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

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

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

Таблица 2 – Расчетные формулы допусков квалитетов от 5 до 17

Номер квалитета	Допуск		Число единиц допуска	Методы финишной обработки деталей
	Обозначение	Расчетная формула		
5	IT5	$7i$	7	Притирка и доводка, тонкое (прецизионное) шлифование, суперфиниширование (две операции), полирование тонкое
6	IT6	$10i$	10	Притирка и доводка, тонкое (алмазное) обтачивание и растачивание, чистовое протягивание, чистовое шлифование, калибрование отверстий шариком, обкатывание и раскатывание роликами или шариками, хонингование
7	IT7	$16i$	16	Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое протягивание, развертывание двумя развертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой
8	IT8	$25i$	25	Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной-двумя развертками, шлифование, хонингование, обкатывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение
9	IT9	$40i$	40	Шлифование, фрезерование, развертывание, обтачивание и растачивание, протягивание
10	IT10	$64i$	64	Шлифование, обтачивание и растачивание, лезкерование и развертывание, сверление по кондуктору, чистовое строгание и фрезерование, точное литье под давлением, точное прессование деталей из пластмасс
11	IT11	$100i$	100	Чистовое строгание, чистовое фрезерование, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, холодная штамповка, лезкерование, Точение и обтачивание
12	IT12	$160i$	160	Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холодная штамповка в вырубных штампах, рассверливание
13	IT13	$250i$	250	
14	IT14	$400i$	400	Черновое обтачивание, растачивание, фрезерование и долбление, литье в песчаные формы и в кокиль, литье под давлением, горячая ковка в штампах
15	IT15	$640i$	640	
16	IT16	$1000i$	1000	Грубое обтачивание и растачивание, автоматическая газовая резка, сварка, литье в песчаные формы, горячая ковка в штампах, черновое обтачивание
17	IT17	$1600i$	1600	

Таблица 3 – Интервалы номинальных размеров, в мм

Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные	
Св. До		Св.	До	Св.	До	Св. До		Св.	До	Св.	До
—	3	—	—	180	250	180	200	125	1 600	1250	1 400
3	6	—	—			200	225	0		1400	1 600
6	10	—	—			225	250	160	2 000	1600	1 800
10	18	10	14	250	315	250	280	200	2 500	1800	2 000
		14	18			280	315			2000	2 240
18	30	18	24	315	400	315	355	0		2240	2 500
		24	30			355	400	250	3 150	2500	2 800
30	50	30	40			400	450	0		2800	3 150
		40	50	400	500	450	500	315	4 000	3150	3 550
50	80	50	65			500	560	0		3550	4 000
		65	80			560	630	400	5 000	4000	4 500
80	120	80	100	630	800	630	710			4500	5 000
		100	120			710	800	500	6 300	5000	5 600
120	180	120	140	800	1000	800	900	0		5600	6 300
		140	160			900	1000	630	8 000	6300	7 100
		160	180			1000	1120	0		7100	8 000
				100	1250	1120	1250	800	10 000	8000	9 000
				0				0		9000	10 000

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

Таблица 4 – Допуски квалитетов

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

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

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

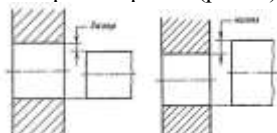


Рисунок 3 – Изображение зазора Рисунок 4 – Изображение натяга

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

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

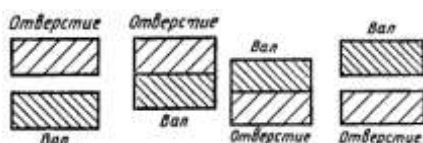


Рисунок 5 – Изображение посадки с зазором



Рисунок 6 – Изображение посадки с натягом

Зазоры и натяги рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Предельные зазоры (натяги), посадки и допуск посадки

Наименование, условное обозначение и определение	Расчетная
Наибольший зазор S_{max} – разность между наибольшим предельным размером отверстия D_{max} и наименьшим предельным размером вала d_{min} или алгебраическая разность между верхним отклонением отверстия ES и нижним отклонением вала ei	$S_{max} = D_{max} - d_{min}$ или $S_{max} = ES - ei$
Наименьший зазор S_{min} – разность между наименьшим предельным размером отверстия D_{min} и наибольшим предельным размером вала d_{max} или алгебраическая разность между нижним отклонением отверстия EI и верхним отклонением вала es	$S_{min} = D_{min} - d_{max}$ или $S_{min} = EI - es$
Наибольший натяг N_{max} – разность между наибольшим предельным размером вала d_{max} и наименьшим предельным размером отверстия D_{min} или алгебраическая разность между верхним отклонением вала es и нижним отклонением отверстия EI	$N_{max} = d_{max} - D_{min}$ или $N_{max} = es - EI$
Наименьший натяг N_{min} – разность между наименьшим предельным размером вала d_{min} и наибольшим предельным размером отверстия D_{max} или алгебраическая разность между нижним отклонением вала ei и верхним отклонением отверстия ES	$N_{min} = d_{min} - D_{max}$ или $N_{min} = ei - ES$
Средний зазор S_r (натяг N_r) – среднее арифметическое между наибольшим S_{max} (N_{min}) и наименьшим S_{min} (N_{max}) зазорами (натягами)	$S_r = 0,5(S_{max} + S_{min})$ $N_r = 0,5(N_{min} + N_{max})$
Допуск посадки с зазором TS (с натягом TN) – разность между наибольшим зазором S_{max} (N_{min}) и наименьшим зазором S_{min} (N_{max}) или сумма допусков отверстия TD и вала Td	$TS = S_{max} - S_{min}$ $TN = N_{min} - N_{max}$ или $TS = TD + Td$

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

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

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок

Практическое занятие № 11

Посадки резьбовых соединений

Цель: научиться подбирать посадки для резьбовых соединений.

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Согласно варианту подобрать по заданным значениям допуски для резьбового соединения.

Порядок выполнения работы:

1. Подобрать свои допуски для болта и гайки;
2. Изобразить чертеж резьбового соединения и обозначить допуск;
3. Выполнить отчет о проделанной работе

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения:

Метрическая цилиндрическая резьба применяется главным образом в качестве крепежной и разделяется на резьбу с крупным шагом диаметром 1...64 мм и резьбу с мелким шагом диаметром 1...600 мм. При равных наружных диаметрах метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьб с крупным шагом меньшей высотой профиля и меньшим углом подъема резьбы. Поэтому резьбы с мелким шагом рекомендуется применять при малой длине свинчивания, на тонкостенных деталях, а также при переменной нагрузке, толчках и вибрациях. Резьбы с крупным шагом рекомендуется применять для соединения деталей, не подвергающихся таким нагрузкам, так как они менее надежны при переменной нагрузке и вибрациях и более склонны к самоотвинчиванию.

К основным параметрам цилиндрических резьб относятся: d_2 (D_2) – средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки; d (D) – наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки; d_1 (D_1) – внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки; P – шаг резьбы; α – угол профиля резьбы, для метрических резьб $\alpha = 60^\circ$.

Таблица 10 Значения основных параметров метрических резьб по ГОСТ 9150-81.

Шаг резьбы P, мм	Наружный диаметр d для резьбы		Средний диаметр d ₂ , D ₂ , мм	Внутренний диаметр d ₁ , D ₁ , мм
	с крупным шагом, мм	с мелким шагом, мм		
1	6	8	5.350	4.917
		10	7.350	6.917
			9.350	8.917
1.25	8	10	7.188	6.647
			9.188	8.647
1.5	10	12	9.026	8.386
		14	11.026	10.386
		16	13.026	12.386
1.75	12		10.863	10.106

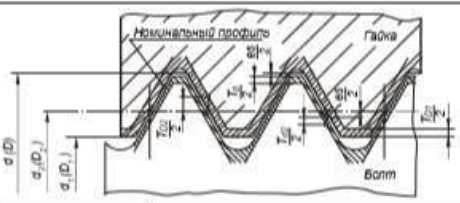
Шаг резьбы P, мм	Наружный диаметр d для резьбы		Средний диаметр d ₂ , D ₂ , мм	Внутренний диаметр d ₁ , D ₁ , мм
	с крупным шагом, мм	с мелким шагом, мм		
2	14		12.701	11.835
	16		14.701	13.835
		18	16.701	15.835
		20	18.701	17.835
		22	20.701	19.835
		24	22.701	21.835
2.5	18		16.376	15.294
	20		18.376	17.294
	22		20.376	19.294
3	24		22.051	20.752
	27		25.051	23.752
		30	28.051	26.752
		36	34.051	32.752
		42	40.051	38.752
		48	46.051	42.752
		56	54.051	52.752
		64	62.051	60.752
		72	70.051	68.752
3.5	30		27.727	26.211
	33		30.727	29.211
	36		33.402	31.670
4		64	61.402	59.670
		72	69.402	67.670
		80	77.402	75.670
		90	87.402	85.670
4.5	42		39.077	37.129
5	48		44.752	42.587
6	64		60.103	57.505
		72	68.103	65.505
		80	76.103	73.505
		90	86.103	83.505
		100	96.103	93.505

Резьбы при свинчивании контактируют только боковыми сторонами профиля, поэтому только средний диаметр, шаг и угол профиля резьбы определяют характер сопряжения в резьбе. Для компенсации накопленной погрешности шага и погрешности угла профиля производят смещение действительного среднего диаметра резьбы. Вследствие взаимосвязи между отклонениями шага, угла профиля и собственно среднего диаметра, допускаемые отклонения этих параметров раздельно не нормируют. Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр болта и гайки, который включает допускаемые отклонения собственно среднего диаметра и диаметральные компенсации погрешности шага и угла профиля. Кроме

этого, задается допуск на наружный диаметр болта и внутренний диаметр у гайки, т.е. на диаметры, которые формируются перед нарезанием резьбы и при измерении готовых изделий наиболее доступны.

Поля допусков основного отбора метрической резьбы для посадок с зазором по ГОСТ 16093-81 приведены в таблице 11.

Таблица 11



Деталь	Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
		S - короткая	N - нормальная	L - длинная
Наружная резьба (болт)	Точный	---	4h, 4g	---
	Средний	5h6h, 5g6g	6h, 6g, 6f, 6e, 6d	7g6g
	Грубый	---	8g	---
Внутренняя резьба (гайка)	Точный	4H	4H5H, 5H	6H
	Средний	5H	6H, 6G	7H
	Грубый	---	7H, 7G	8H

Примечания.

1. Для получения различных посадок можно применять любые сочетания полей допусков резьбы болтов и гаек.
2. Поля допусков, заключенные в рамки, рекомендуются для предпочтительного применения.
3. При длинах свинчивания S и L допускается применять поля допусков, установленные для длин свинчивания N.
4. Наиболее распространенной посадкой для крепежных метрических резьб является $\frac{6H}{6g}$.
5. Таблица приведена в сокращении.

Цифры обозначают степень точности, а буквы - основное отклонение.

Длина свинчивания в силу конструктивных особенностей резьбовых соединений оказывает влияние на качество и характер сопряжения. Установлено три группы длин свинчивания: S – короткие, N – нормальные и L – длинные.

К группе N относятся резьбы с длиной свинчивания не менее $2,24 \times P \times d^{0.2}$ и не более $6,7 \times P \times d^{0.2}$.

Длины свинчивания менее $2,24 \times P \times d^{0.2}$ относятся к группе S, а длины свинчивания более

$6,7 \times P \times d^{0.2}$ - к группе L.

Точные значения длин свинчивания установлены ГОСТ 16093-81.

Класс точности - понятие условное (на чертежах указывают поля допусков); и его используют для сравнительной оценки точности резьбы.

Точный класс рекомендуется для ответственных резьбовых соединений.

Средний класс - для резьб общего назначения.

Грубый класс - для резьб, нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т.п.

2. Пример выполнения расчетно-практической работы

Определить предельные размеры всех элементов метрической резьбы $M36 \times 1 - 7H/7g6g$ и построить схему расположения полей допусков болта и гайки.

Номинальные значения диаметров определяются по ГОСТ9150-81 (ПРИЛОЖЕНИЕ 2):

$d = D = 36$ мм (наружный диаметр резьбы);

$d_2 = D_2 = 35,350$ мм (средний диаметр резьбы);

$d_1 = D_1 = 34,917$ мм (внутренний диаметр резьбы).

Предельные отклонения диаметров резьбы (в мкм) определяются по ГОСТ 16093 – 81 (приложение 3):

верхнее отклонение для $d_1, d_2, d \dots -26$;

нижнее отклонение для $d \dots -206$;

нижнее отклонение для $d_2 \dots -186$;

верхнее отклонение для $D_2 \dots +212$;

верхнее отклонение для $D_1 \dots +300$.

Предельные размеры болта и гайки:

болт, мм:

гайка, мм

$d_{\max} = 36 - 0,026 = 35,974$;

$D_{\max}$ – не нормируется;

$d_{\min} = 36 - 0,206 = 35,794$;

$D_{\min} = 36$;

$d_{2\max} = 35,350 - 0,026 = 35,324$;

$D_{2\max} = 35,350 + 0,212 = 35,562$;

$d_{2\min} = 35,350 - 0,186 = 35,164$;

$D_{2\min} = 35,350$;

$d_{1\max} = 34,917 - 0,026 = 34,891$;

$D_{1\max} = 34,917 + 0,300 = 35,217$;

$d_{1\min}$ – впадина не должна выходить за линию

$D_{1\min} = 34,917$.

плоского среза, проведенную на расстоянии $H/8 =$

$0,86603 \cdot P/8 = 0,86603 \cdot 1/8 = 0,108$ мм;

Схемы расположения полей допусков болта и гайки представлены на рис. 4.

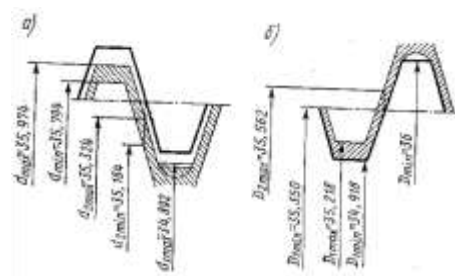


Рис. 4. Схемы расположения полей допусков

а – болта;

б – гайки.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок Практическое занятие № 12

Посадки под подшипники

Цель: научиться обозначать посадки по подшипники.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 2 оформлять технологическую документацию;

УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Расшифровать обозначения подшипника и подобрать посадки.

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту расшифровать обозначение подшипника.
2. Назначить посадки на кольца подшипника по таблице 9.
3. Проставить размеры.

Ход работы:

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения:

Подшипники, являясь опорами для подвижных частей, определяют их положение в механизме и несут значительные нагрузки.

Подшипники качения имеют следующие основные преимущества по сравнению с подшипниками скольжения:

- обеспечивают более точное центрирование вала;
- имеют более низкий коэффициент трения;
- имеют небольшие осевые размеры.

К недостаткам подшипников качения можно отнести:

- повышенную чувствительность к неточностям монтажа и установки;
- жесткость работы, отсутствие демпфирования колебаний нагрузки;
- относительно большие радиальные размеры.

Классы точности подшипников качения

Долговечность подшипников качения определяется величиной и характером нагрузки, точностью изготовления, правильной посадкой на вал и в отверстие корпуса, качеством монтажа. В зависимости от точности изготовления и сборки для различных типов подшипников установлены следующие классы точности таблица 7.

Таблица 7 - Классы точности подшипников

Тип подшипника качения	Класс точности						
	0	6X	6	5	4	2	7
Шариковые и роликовые радиальные, шариковые радиально-упорные	x	-	x	x	x	x	x
Упорные и упорно-радиальные	x	-	x	x	x	x	-
Роликовые конические	x	x	x	x	x	x	-
Примечания. 1. Самый точный класс – 7, грубый – 0. 2. По заказу потребителя могут быть поставлены подшипники более грубых классов: 8 и 7.							

Классы точности определяют:

допуски размеров, формы и взаимного положения элементов деталей подшипника качения (дорожек качения, тел качения и т.д.);

допуски размеров и формы посадочных поверхностей наружного и внутреннего колец подшипника качения;

допустимые значения параметров, характеризующих точность вращения подшипников.

Дополнительные технические требования к подшипникам качения устанавливаются тремя категориями: А, В, С. В табл. 8 указаны категории и классы точности подшипников, для которых они предусмотрены, и те дополнительные технические требования, которые они устанавливают.

Обозначение подшипников категорий А и В:

A125-205, где А – категория; 1 – ряд момента трения; 2 – группа радиального зазора; 5 – класс точности; 205 – номер подшипника.

Обозначение подшипников категории С (в обозначении категорию С не указывают):

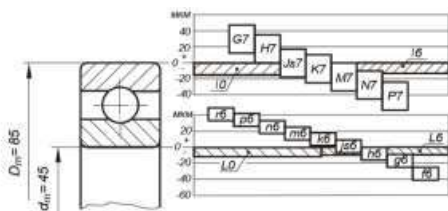
6-205, где 6 – класс точности; 205 – номер подшипника. 205, где 205 – номер подшипника; 0 – класс точности (в обозначении 0 класс не указывают).

Таблица 8

Категория	Класс точности										Дополнительные требования
	8	7	0	6X	6	5	4	2	7		
A	-	-	-	-	-	x	x	x	x	По уровню вибраций По форме поверхностей качения По одному из перечисленных в стандарте параметров на выбор	
B	-	-	x	x	x	x	-	-	-	По одному из перечисленных в стандарте параметров на выбор	
C	x	x	x	-	x	-	-	-	-	Не предъявляются	

Назначение полей допусков для вала и отверстия корпуса при установке подшипников качения

На рисунке показана схема расположения рекомендуемых полей допусков посадочных размеров для подшипников классов точности 0 и 6.



Из схемы видно, что поля допусков для внутреннего и наружного колец подшипника качения расположены одинаково относительно нулевой линии, верхнее отклонение равно 0, нижнее – отрицательное.

Валы с полями допусков r6, p6, n6, m6, k6 при сопряжении с внутренним кольцом подшипника обеспечивают посадки с натягом.

Вследствие повышенных требований к форме посадочных поверхностей подшипников стандартом устанавливаются следующие поля допусков.

а) Поля допусков на средние диаметры D_m и d_m , которые ограничивают значения средних диаметров D_{min} , d_{max} , d_{min} колец, равных и где D_{max} , d_{max} , d_{min} выбираются из ряда измерений в разных сечениях соответственно наружного и внутреннего диаметров. Обозначаются поля допусков, например, у подшипников нулевого класса – I0 для наружного кольца и L0 для отверстия внутреннего кольца.

б) Поля допусков для ограничения самих D_{max} , D_{min} , d_{max} , d_{min} , значения которых больше на величину допустимой погрешности формы.

При выборе полей допусков на вал и отверстие под внутреннее и наружное кольца подшипника необходимо учитывать следующее:

- класс точности подшипника качения;
- вид нагружения колец подшипника;
- тип подшипника; - режим работы подшипника;
- геометрические размеры подшипника.

Влияние класса точности подшипника качения на выбор посадок.

Как видно из схемы полей допусков, для подшипников классов точности 0 и 6 рекомендуемый набор полей допусков посадочных поверхностей одинаков. Для более высоких классов точности подшипников качения набор полей допусков посадочных поверхностей несколько изменяется, в частности, применяются поля допусков более точных квалитетов.

Влияние вида нагружения колец подшипника на выбор посадок

Вид нагружения кольца подшипника качения существенно влияет на выбор его посадки. Рассмотрим типовые схемы механизмов и особенности работы подшипников в них.

Первая типовая схема. Внутренние кольца подшипников вращаются вместе с валом, наружные кольца, установленные в корпусе, неподвижны. Радиальная нагрузка P постоянна по величине и не меняет своего положения относительно корпуса.

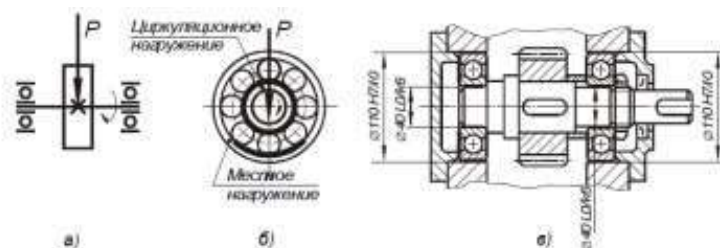
В этом случае внутреннее кольцо воспринимает радиальную нагрузку P последовательно всей окружностью дорожки качения, такой вид нагружения кольца называется циркуляционным. Наружное кольцо подшипника воспринимает радиальную

нагрузку лишь ограниченным участком окружности дорожки качения, такой характер нагружения кольца называется местным.

Дорожки качения внутренних колец подшипников изнашиваются равномерно, а наружных – только на ограниченном участке.

При назначении посадок подшипников качения существует правило: кольца, имеющие местное нагружение, устанавливаются с возможностью их проворота с целью более равномерного износа дорожек качения; при циркуляционном нагружении, напротив, кольца сажают по более плотным посадкам.

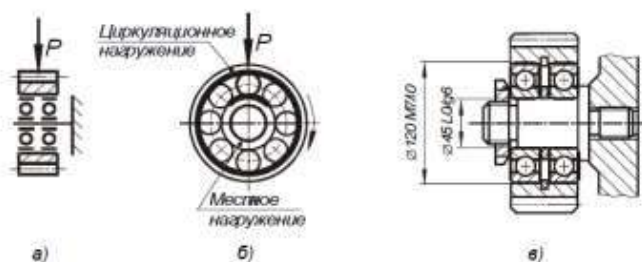
Рекомендуемые посадки для подшипников классов точности 0 и 6 приведены в таблице.



Вторая типовая схема. Наружные кольца подшипников вращаются вместе с зубчатым колесом. Внутренние кольца подшипников, посаженные на ось, остаются неподвижными относительно корпуса. Радиальная нагрузка P постоянна по величине и не меняет своего положения относительно корпуса.

В этом случае наружное кольцо воспринимает радиальную нагрузку P последовательно всей окружностью дорожки качения, т.е. имеют циркуляционное нагружение. Внутреннее кольцо подшипника воспринимает радиальную нагрузку лишь ограниченным участком окружности дорожки качения, т.е. имеют местное нагружение.

Рекомендуемые посадки для подшипников 0 и 6 классов точности приведены в таблице.



Третья типовая схема. Внутренние кольца подшипников вращаются вместе с валом, наружные кольца, установленные в корпусе, – неподвижны. На кольца действуют две радиальные нагрузки, одна постоянна по величине и по направлению P , другая, центробежная, вращающаяся вместе с валом.

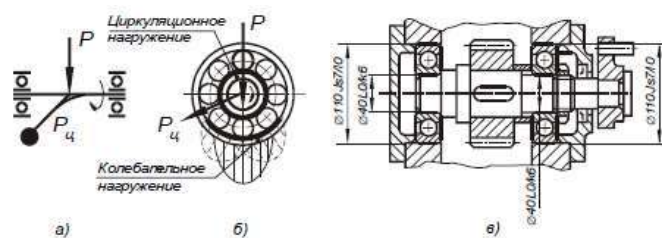


Таблица 9

Посадки шариковых и роликовых радиальных и радиально-упорных подшипников		
Вид кольца	Вид нагружения	Рекомендуемые посадки
Внутреннее кольцо, посадка на вал	Циркуляционное	$\frac{L0}{n6}$, $\frac{L0}{m6}$, $\frac{L0}{k6}$, $\frac{L0}{js6}$
	Местное	$\frac{L6}{n6}$, $\frac{L6}{m6}$, $\frac{L6}{k6}$, $\frac{L6}{js6}$
	Колебательное	$\frac{L0}{js6}$, $\frac{L6}{js6}$
Наружное кольцо, посадка в корпус	Циркуляционное	$\frac{N7}{l0}$, $\frac{M7}{l0}$, $\frac{K7}{l0}$, $\frac{P7}{l0}$
	Местное	$\frac{H7}{l0}$, $\frac{H7}{l6}$
	Колебательное	$\frac{Js7}{l0}$, $\frac{Js7}{l6}$

Пример выполнения расчетно-практической работы

Для радиального однорядного подшипника построить схемы расположения полей допусков с указанием отклонений. Нагружение – циркуляционное. Вал – сплошной.

Исходные данные:

1. Класс точности – 6.
2. Номер подшипника – 118.
3. Радиальная нагрузка $R = 9000 \text{ Н}$.
4. Характер нагружения – с умеренными толчками и вибрацией.

По ГОСТ 8338 – 75 (приложение 2) для подшипника № 118 определяются:

$d = 90 \text{ мм}$ – диаметр внутреннего кольца;

$D = 140 \text{ мм}$ – диаметр наружного кольца;

$B = 24 \text{ мм}$ – ширина подшипника;

$r = 2,5 \text{ мм}$ – координата монтажной фаски кольца подшипника.

Интенсивность нагрузки на посадочной поверхности шейки сплошного вала:

$$Pr = R \cdot K_n \cdot F \cdot Fa / b = 9000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 / 0,019 = 463680 \text{ (Н/м)} \approx 460 \text{ (кН/м)},$$

где $R = 9000$ – радиальная нагрузка, Н; $K_n = 1$ для нагрузки с умеренными толчками и вибрацией (табл.3); $F = 1$ при сплошном вале; $Fa = 1$ для радиальных подшипников; $b = B - 2r = 24 - 2 \cdot 2,5 = 19 \text{ (мм)} = 0,019 \text{ (м)}$, (где B - ширина подшипника, r - координата монтажной фаски внутреннего или наружного кольца подшипника).

Найденному значению интенсивности нагрузки $Pr = 460 \text{ кН/м}$ соответствуют поля допусков вала $js6$ и $js7$ (табл.2). По табл.1 при классе точности 6 рекомендуемые поля допусков – $n6$; $m6$; $k6$; $js6$; $h6$; $g6$. Таким образом выбранное поле допуска вала – $js6$.

По табл. 1.29 [1] для $d = 90 \text{ мм}$ полю допуска $js6$ соответствуют:

$$es = +0,011 \text{ мм};$$

$$ei = -0,011 \text{ мм}.$$

Отклонения диаметра внутреннего кольца подшипника $d = 90 \text{ мм}$ для класса точности 6 принимаются по ГОСТ 520 – 89 (приложение 3):

верхнее отклонение – 0;

нижнее отклонение – 0,015 мм.

По табл.1 для класса точности 6 выбирается одно из рекомендуемых полей допусков отверстия корпуса. Предпочтительное поле допуска – H7.

По табл. 1.27 [1] для $D = 140 \text{ мм}$ полю допуска H7 соответствуют:

$$ES = +0,040 \text{ мм};$$

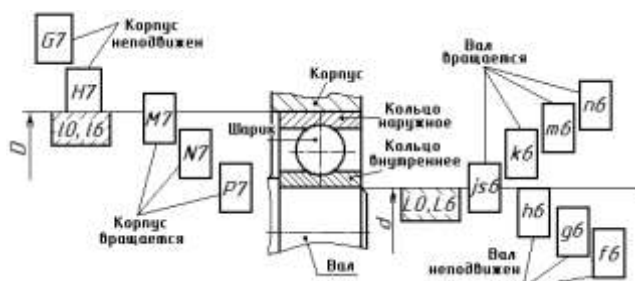
$$EI = 0.$$

Отклонению диаметра наружного кольца подшипника $D = 140 \text{ мм}$ для класса точности 6 принимаются по ГОСТ 520 – 89 (приложение 3):

верхнее отклонение – 0;

нижнее отклонение – 0,015 мм.

Поле допуска посадочной поверхности внутреннего кольца согласно ГОСТ 3325-85 обозначается прописной буквой L и цифрой, определяющей класс точности подшипника (L0, L6, L5, L4, L2), поле допуска наружного кольца – строчной буквой l и цифрой, определяющей класс точности подшипника (l0, l6, l5, l4, l2).



Числовые значения отклонений для классов допусков внутреннего кольца подшипника 180L0 и наружного кольца 320l0 определяем по ГОСТ 520-2002, ГОСТ Р 52859-2007:

Δ_{dmp} - отклонения среднего диаметра отверстия внутреннего кольца в единичной плоскости - $\varnothing 90L0ES = 0$;

$EI = -20$ мкм;

Δ_{DMP} - отклонения среднего диаметра наружного кольца подшипника в единичной плоскости - $\varnothing 140l0 es = 0$;

$ei = -18$ мкм.

Допуски для среднего диаметра отверстия по классам точности шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально – упорных подшипников (по ГОСТ 3325 – 85)

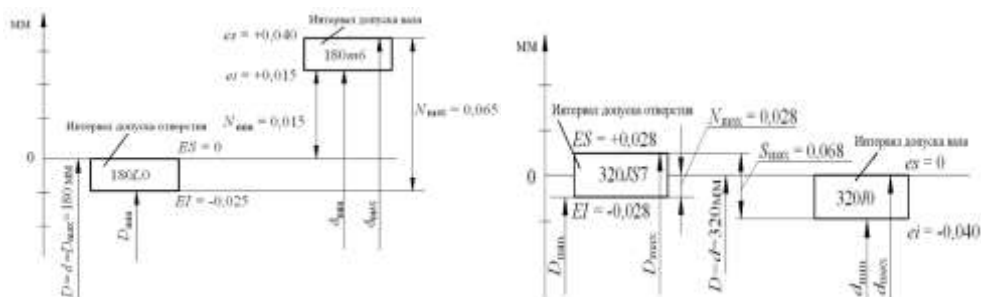
Интервалы номинальных диаметров d, мм	Допуски диаметра отверстия подшипника L_{dm} , мм				
	Классы точности				
	0	6	5	4	2
От 0,6 до 3	8	7	5	4	4
св. 3 до 6	8	7	5	4	4
св. 6 до 10	8	7	5	4	4
св. 10 до 18	8	7	5	4	4
св. 18 до 30	10	8	6	5	4
св. 30 до 50	12	10	8	6	4
св. 50 до 80	15	12	9	7	5
св. 80 до 120	20	15	10	8	5
св. 120 до 180	25	18	13	10	6,5
св. 180 до 250	30	22	15	12	9

Допуски для среднего наружного диаметра по классам точности шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально – упорных

подшипников (по ГОСТ 3325 – 85)

Интервалы номинальных диаметров D, мм	Допуски наружного диаметра подшипника I_{Dm} , мм				
	Классы точности				
	0	6	5	4	2
От 2,5 до 6	8	7	5	4	3
св. 3 до 6	8	7	5	4	3
св. 6 до 10	8	7	5	4	3
св. 10 до 18	8	7	5	4	3
св. 18 до 30	9	8	6	5	4
св. 30 до 50	11	9	7	6	4
св. 50 до 80	13	11	9	7	4
св. 80 до 120	15	13	10	8	5
св. 120 до 150	18	15	11	9	5
св. 150 до 180	25	18	13	10	6,5
св. 180 до 250	30	20	15	11	8
св. 250 до 315	35	25	18	13	10

На рисунке 2.1 приведен пример обозначений посадок подшипников качения на сборочных чертежах и классов допусков сопрягаемых деталей.



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.2 Допуски, посадки и области применения рекомендуемых посадок

Практическое занятие № 13 Посадки шпоночных соединений

Цель: научиться обозначать посадки шпоночных соединений на чертежах.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Назначить посадку на шпоночное соединение и указать на чертеже по варианту

Порядок выполнения работы:

1. Подобрать шпонку по таблице ГОСТа.
2. Назначить посадку на шпоночное соединение, исходя из рекомендаций.
3. Указать посадку на чертеже.

Ход работы:

Пример: Соединение шпонки свободное, вал диаметром 42мм.

1. Подобрать шпонку по таблице ГОСТа (таблица 4) Для диаметра вала 42 подбираем шпонку с размерами 12х8, глубина паза вала $t_1 = 5$ мм, глубина паза втулки $t_2 = 3,3$ мм

Таблица 4 «Основные размеры соединений с призматическими шпонками»

Диаметр вала d , мм	Нормальный размер шпонки, мм		Нормальный размер паза, мм			
	$b \times h$	Масса G	Глубина		Радиус r	
			По валу t_1	По втулке t_2	вала	втулки
От 6 до 8	2 x 2		1,2	1,0		
Ск. 9 до 10	3 x 3	0,25	1,0	1,4	0,16	0,08
От 10 до 12	4 x 4		2,0	1,6		
Ск. 12 до 17	5 x 5		3,0	2,2		
Ск. 17 до 22	6 x 6	0,40	3,5	2,9	0,25	0,16
Ск. 22 до 30	7 x 7		4,0	3,0		
Ск. 30 до 36	8 x 8		4,0	3,3		
Ск. 36 до 44	10 x 8		5,0	3,7		
Ск. 44 до 50	12 x 8	0,60	5,0	3,8	0,40	0,20
Ск. 50 до 56	14 x 8		6,0	4,3		
Ск. 56 до 63	16 x 10		7,0	4,8		

2. Назначить посадку на шпоночное соединение (таблица 5).

На ширину шпонки h_9 .

На ширину паза вала H_9 .

На ширину паза втулки D_{10} .

Таблица 5 – «Поля допусков по ширине шпонки и шпоночных пазов b для свободного, нормального и плотного соединений»

На ширину паза втулки D10.

Элемент соединения	Пале допуска размера в при соединении		
	свободном	нормальном	плотном
Ширина шпонки	h9	h9	h9
Ширина паза на валу	H9	N9	P9
Ширина паза на втулке	D10	Js9	P9

Таблица 6- «Предельные отклонения на глубину пазов»

Высота шпонки h , мм	От 2 до 6	От 6 до 18	От 18 до 50
Предельные отклонения на глубину паза на валу t_1 (или $d - t_1$), и во втулке t_2 (или $d + t_2$), мм	+0.1 0	+0.2 0	+0.3 0

По размерам сделать чертеж и обозначить на нем посадки.

Шпоночные соединения служат в основном для передачи крутящего момента. Шпонки используются для соединения валов с различными деталями машин и приборов (например, зубчатыми колёсами, кулачками, маховиками, муфтами, шкивами и т.д.), когда к точности центрирования соединяемых деталей не предъявляют особых требований.

Напряжённые соединения передают не только крутящий момент, но и осевую силу. Наибольшее применение в машиностроении получили соединения с призматическими и сегментными шпонками.

В любом шпоночном соединении имеются две разные посадки: посадка шпонки в паз вала и посадка её в паз втулки, что предопределяет применение системы вала (валом является шпонка). В системе вала посадочным размером является ширина шпонки, по которой предусмотрены три вида соединения: свободное, нормальное, плотное

Размеры, допуски, посадки и предельные отклонения соединений с призматическими шпонками установлены ГОСТ 23360-78.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.3 Допуски формы и расположения поверхностей

Практическое занятие № 14 Допуски формы и расположения

Цель работы: Научиться назначать допуски формы и расположения поверхностей для поверхностей под подшипники качения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Расшифровать обозначения на чертежах

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту подобрать размеры подшипника;
2. Назначить допуск торцевого биения;
3. Назначить допуск перпендикулярности;
4. Указать значения допусков на чертеже.

Ход работы:

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями

Теоретические сведения

Под отклонением формы поверхности понимают отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной (заданной чертежом). В основу нормирования и количественной оценки отклонений формы и расположения поверхности положен принцип прилегающих прямых (рис. 4.1), поверхностей и профилей (рис. 4.2).



Рис. 4.1 Прилегающая прямая и реальный профиль

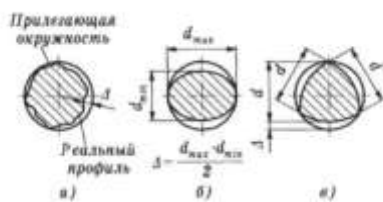


Рис. 4.2 Отклонение формы цилиндрических поверхностей в поперечном сечении

Рассмотрим подробнее причины, вызывающие появление углов перекоса. Для определения допусков взаимного расположения, влияющих на эти параметры, необходимо рассмотреть различные крепления подшипников в корпусе и на валу. При анализе разного вида креплений подшипников на валу можно выделить три наиболее характерные схемы.

Схема1. На точность положения внутреннего кольца подшипника влияет только торцовое биение заплечиков вала, следовательно, допуск на отклонение берется непосредственно из таблицы 12.

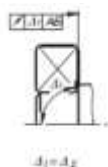
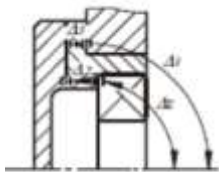


Схема2. На точность положения кольца подшипника влияют отклонения от параллельности торцов крышки и от перпендикулярности платиков корпуса. В этом случае допуск расположения каждой из двух деталей будет составлять половину табличного.



Схема3. На точность положения кольца влияют отклонения трех деталей: крышки, стакана и корпуса. Допуски параллельности торцов крышки и станка, а также перпендикулярности платика корпуса относительно общей оси будут составлять по одной трети табличного значения. На качестве работы подшипников сказываются отклонения формы дорожек качения колец, которые копируют неровности посадочных поверхностей вала и корпуса. С целью ограничения этого влияния



$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta_4 / 3$$

Таблица 12

Интервал номинальных диаметров валов d, мм	Допуск торцового биения заплечика вала, не более			
	Класс точности подшипника			
	0		6	
	Биение Δ_F , мкм	Угол θ_F	Биение Δ_F , мкм	Угол θ_F
Свыше 18 до 30	21	1,50'	13	1,10'
Свыше 30 до 50	25		16	
Свыше 50 до 80	30	0,75'	19	0,40'
Свыше 80 до 120	35		22	

Пример:

1. По диаметру 45 мм подбираем радиально –упорно шариковый подшипник, тогда диаметр внутреннего кольца подшипника тоже 45 мм, а наружного 85 мм и корпуса. Условное обозначение 36209.

2. По схеме 1, на точность положения внутреннего кольца подшипника влияет только торцовое биение заплечиков вала, следовательно, допуск на отклонение берется непосредственно из таблицы 23, $\Delta\Sigma=25$, мкм.

3. По схеме 1, на точность положения наружного кольца подшипника влияет только отклонение от перпендикулярности заплечиков корпуса. Допуск на торцовое биение берется из таблицы 24, $\Delta\Sigma=54$, мкм.

4. Указываем на чертеже



2. Записать в тетрадь знаки допусков на чертеже согласно варианту

3. Расшифровать допуски формы, расположения и суммарные допуски.

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.4 Шероховатость поверхности

Практическое занятие № 15

Определение параметров шероховатости поверхности.

Цель работы:

- 1) изучение правил обозначения шероховатости на чертежах;
- 2) получение навыков чтения чертежей, содержащих обозначение параметров шероховатости

Выполнив работу, вы будете уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения:

Параметры шероховатости

Шаговыми являются: средний шаг неровностей профиля S_m , средний шаг неровностей профиля по вершинам S . К опорным параметрам относится относительная опорная длина профиля t_p . Профилограмма и основные параметры шероховатости представлены на рисунке 1

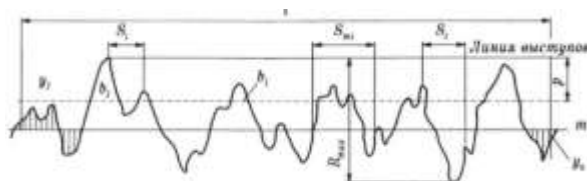


Рисунок 1 – Основные параметры шероховатости поверхности

Числовые значения вышеприведённых параметров можно определить по следующим формулам:

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

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

где n — число выбранных точек профиля на базовой длине;

y_i - расстояние между любой точкой профиля и средней линией m , измеренное по нормали к средней линии.

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

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{i\max}| + \sum_{i=1}^5 |y_{i\min}| \right),$$

где $y_{i\max}$ - отклонения пяти наибольших выступов профиля;

$y_{i\min}$ ~ отклонения пяти наибольших впадин профиля.

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

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

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

где n — число шагов неровностей в пределах базовой длины;

S_{mi} — шаг неровностей, под которым понимается длина отрезка, линии, ограниченная точками пересечения этой линии одноимённых сторон соседних неровностей.

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

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

где n —число шагов в пределах базовой длины,

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

б) Относительная опорная длина профиля t_p —отношение опорной длины профиля к базовой длине.

$$t_p = \frac{\eta_p}{l},$$

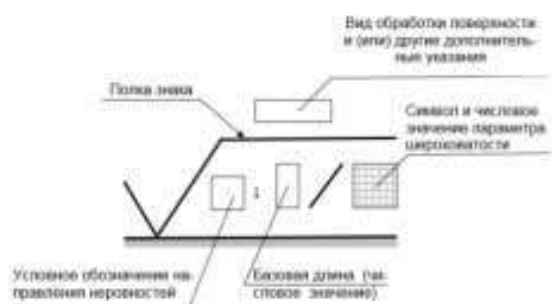
где p — числовое значение уровня сечения профиля в % от наибольшей высоты профиля;

η_p — опорная длина профиля, определяемая по формуле

$$\eta_p = \sum_{i=1}^n b_i$$

где b_i — длина отрезков в пределах базовой длины l .

Значение уровня сечения профиля p выбирают из ряда: 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90% от R_{max} . Значение относительной опорной длины профиля выбирают из ряда: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90%.



2. Согласно формулам рассчитать параметры шероховатости

Порядок определения параметров шероховатости рассмотрим на конкретном примере обработки профилограммы, представленной на рис.4. (Рисунок дан в некотором масштабе).

Профилограмма записана с вертикальным увеличением профилографа $V_p = 2000$ и горизонтальным увеличением $V_r = 100$. Для обработки профилограммы задаются значения базовой длины $l = 2,5$ мм и уровня сечения профиля $p = 25\%$.

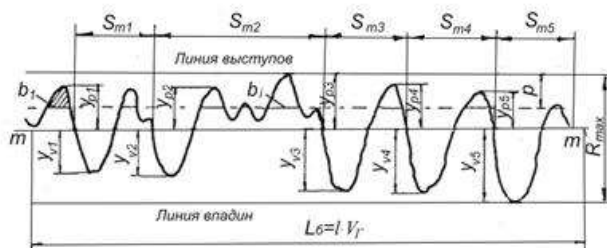


Рис.4. Рабочая профилограмма неровностей профиля исследуемой поверхности детали

По полученной профилограмме должны быть определены:

- параметры, связанные с направлением высоты неровностей профиля (высотные) – R_z , R_{max} ;
- параметр, связанный со свойствами неровностей в направлении длины профиля (шаговый) – S_m ;
- параметр, связанный с формой неровностей профиля – tr .

Полученные значения параметров исследуемой профилограммы R_z , S_m , tr сравнить с заданными требованиями к шероховатости детали (рис. 5) и, руководствуясь соотношениями:

$$R_z \text{ зад.} \geq R_z \text{ изм.}$$

$$S_m \text{ зад.} \geq S_m \text{ изм.}$$

$$tr \text{ зад.} \leq tr \text{ изм.,}$$

дать заключение о годности по каждому из параметров – если неравенства выполнены, поверхность считается годной.

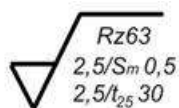


Рис. 5. Пример обозначения стандартных параметров шероховатости

8. Получить у преподавателя индивидуальный вариант на выполнение работы.

9. Провести обработку профилограммы.

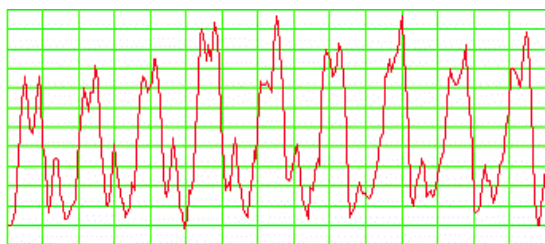
С этой целью:

9.1. На заданной профилограмме определить для своего варианта длину базового участка профилограммы – $L_6 = l \cdot V_f$, используя в расчетах заданные значения базовой длины l и горизонтального увеличения прибора V_f .

9.2. На длине базового участка провести среднюю линию приближенным способом.

9.3. Определить числовые значения параметров шероховатости: $R_{\max}$, R_z , S_m , t_p по профилограмме.

Профилограмма



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.4 Шероховатость поверхности

Практическое занятие № 16

Обозначение шероховатости поверхности на чертежах

Цель работы:

- 1) изучение правил обозначения шероховатости на чертежах;
- 2) получение навыков чтения чертежей, содержащих обозначение параметров шероховатости

Выполнив работу, вы будете уметь:

- УД 1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- УД 2 оформлять технологическую документацию;
- УД 4 оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

Краткие теоретические сведения:

Шероховатость поверхности нормируют и оценивают одним или несколькими параметрами. Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей, за исключением поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. В обозначение шероховатости применяют один из

знаков, изображённых на рисунке 2. Высота знака к примерно равна высоте размерных чисел чертежа.



Рисунок 2 – Обозначения шероховатости поверхности

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

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

Таблица 1 – Тип направления неровностей, изображение и обозначение.

Типы направления неровностей	Обозначение
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$
	$\sqrt{\text{—}}$

Значение параметра шероховатости указывают после соответствующего символа (например, $R_{\max} 6,3$; $S_m 0,63$; $S_0 0,32$; $t_{50} 70$). Здесь указаны наибольшие допустимые значения параметров шероховатости; их наименьшие значения не ограничиваются.

В примере обозначения $t_{50} 70$ указана относительная опорная длина профиля $t_P = 70\%$ при уровне сечения профиля $p = 50\%$. При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности (наибольшего и наименьшего) в обозначении приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки например:

$1,00;$
 $0,63$

$R_z 0,080;$
 $0,03z$

$R_{\max} 0,80;$
 $0,32$

$t_{50} 50$
 70

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее большей шероховатости.

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

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

Все параметры шероховатости представляются в микронах, кроме S , S_{mi} тр.

Знаки, применяемые при обозначении шероховатости, их расположение на чертеже



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

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

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

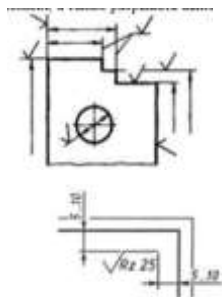
Обозначения шероховатости поверхности на изображении детали располагают:

1) на линиях контура самой детали;

2) на выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии);

3) на полках линий-выносок;

4) при недостатке места допускается располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или их продолжениях, а также разрывать выносную линию.



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

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

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

2.Пример выполнения работы



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.4 Шероховатость поверхности

Лабораторное занятие № 1

Измерение и обозначение на чертеже параметров вала

Цель: 1)научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля и микрометра

2)научиться оформлять чертежи в соответствии с ЕСКД

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 2оформлять технологическую документацию;

УД 4оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Комплект деталей (валы), Штангенциркули 125мм;микрометры

Задание:

1 Определить размеры детали с помощью штангенциркуля и микрометра

2.Выполнить чертеж детали.

Порядок выполнения работы:

1 Изучить методику работы со штангенциркулем и микрометром.

2 Определить размеры детали.

3 Выполнить чертеж детали.

Краткие теоретические сведения:

Методика работы со штангенциркулем.

Устройство штангенциркуля: из чего состоит и как работает

Штангенциркуль состоит из статичной шкалы и подвижной — нониуса. Первая всегда фиксирована, а вторая перемещается вдоль штанги. Губками на конце обхватывают то, что нужно измерить. Плотно фиксируя их в положении. Затем сверяются со значениями, отображаемыми на шкалах.



1. Губки для наружных измерений: выглядят как два больших упора. Их используют для измерения внешнего диаметра или ширины объекта.
2. Губки для внутренних измерений: находятся на противоположной стороне. Они меньше и короче. Их используют для измерения внутреннего диаметра объекта.
3. Глубиномер: выдвижная тонкая линейка, которая находится на противоположном конце штанги. Используют для измерения глубины объекта или отверстия.
4. Основная шкала: выглядит как обычная линейка с разметкой делений в миллиметрах или других единицах, в зависимости от региона. Их может быть 10, 20 и более.
5. Шкала нониуса: она нанесена на подвижной рамке, у самого края. Выглядит как штрихи с подписанными значениями. Показывает значения в десятых.
6. Винт для зажима: расположен на торце подвижной рамки. Его закручивают для фиксации рамки в момент измерения.

Виды штангенциркулей

Есть три основных вида штангенциркулей: аналоговые или механические (нониусные), стрелочные (циферблатные) и цифровые:

Штангенциркуль с нониусом: это классический вариант инструмента. В зависимости от конструкции подходит для наружных и внутренних измерений. Они надежны и точны, но требуют внимательности и умения считывать показания.

Штангенциркуль стрелочный: еще одно название прибора — круговой. Вместо шкалы нониуса у него встроен циферблат по типу часового, со стрелкой. Она показывает доли миллиметра. Передвигать губки такого штангенциркуля может быть чуть сложнее, но они же лучше фиксируются в нужном положении.

Цифровые штангенциркули: это класс электронных устройств, которые отображают результаты измерений на цифровом дисплее. Он размещен в районе подвижной рейки. Они удобны в использовании, так как не требуют дополнительных расчетов после замеров. Кроме этого, в инструменте могут быть дополнительные функции: переключение между миллиметрами и дюймами, обнуление в любой точке, удержание значения. Но для их работы нужны батарейки, который могут сесть в самый неподходящий момент.

Кроме этого, штангенциркули делят по назначению: только для внешних измерений, для внешних и внутренних, с глубиномером или без него. Есть и более специализированные, как штангензубомеры для измерения толщины и расстояния между зубьями деталей; штангенрейсмасы для разметки деталей.

Точность штангенциркуля определяет цена деления шкалы нониуса. Это значение всегда указано на ней — 0,1 мм, 0,05 мм, 0,02 мм, 0,01 мм. Чем она меньше, тем выше точность. На основной линейке-штанге нанесены миллиметровые деления, а на подвижной рамке находится вспомогательная шкала-нониус. Интервал деления нониуса и число деления зависит от величины отсчета. Если интервал деления основной шкалы = 1 мм, то при величине отсчета по нониусу 0,1 мм он будет иметь 10 делений, а при отсчете по нониусу 0,05 мм-20 делений.

Устройство микрометра.

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

Общий вид микрометра показан на рис.1.

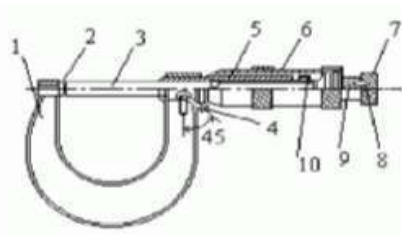


Рисунок 1 – Общий вид микрометра

Корпусом инструмента служит скоба 1, в которую запрессованы с одной стороны пятка 2, с другой - стержень 5, на котором закреплена микрогайка и нанесена продольная шкала.

Одной измерительной поверхностью является торец микрометрического винта 3, выдвигаемого из стержня, второй - торец пятки 2. Микровинт связан с корпусом барабана 6, имеющим на конусном конце круговую шкалу. Заканчивается барабан резьбой, на которую

навинчивается гайка 9, являющаяся корпусом механизма трещетки. Основное назначение - трещетки обеспечивать постоянство измерительного усилия за счет храповика 7 и подпружиненного стержня 8. Микрометр снабжен устройством 4, позволяющим стопорить микровинт и гайкой 10 для регулировки зазора в паре микровинт - микрогайка.

Отсчет показаний микрометрических инструментов.

Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из двух шкал (рис. 1). Продольная шкала имеет два ряда штрихов с интервалом 1 мм, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и смещенных относительно друг друга на 0.5 мм. Таким образом, оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0.5 мм. Микровинт связан с барабаном 6, который на конусном конце имеет круговую шкалу с числом делений $n=50$. Учитывая, что шаг резьбы винтовой пары $S=0,5\text{мм}$, цена деления круговой шкалы (нониуса) микрометра "С" равна:

$$C = S / n = 0,5 / 50 = 0,01\text{мм}.$$

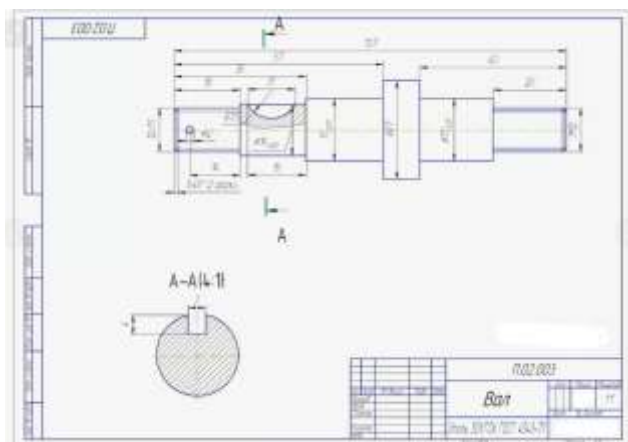
Размер измеряемой детали с точностью до 0.5 мм отсчитывают по шкале стебля указателем, которым является скошенный край барабана. Сотые доли миллиметра отсчитывают по круговой шкале барабана, указателем которой является продольный штрих на стебле микрометра.

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

2.Замерить деталь с помощью штангенциркуля и микрометра

3.Выполнить чертеж детали с нанесением размеров полученных при измерении

Пример выполненной работы



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.4 Шероховатость поверхности

Лабораторное занятие № 2

Измерение и обозначение на чертеже параметров зубчатого колеса

Цель: 1)научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля и микрометра

2)научиться оформлять чертежи в соответствии с ЕСКД

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 1выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

УД 2оформлять технологическую документацию;

УД 4оформлять техническую документацию

Материальное обеспечение:

Комплект деталей (зубчатые колеса), Штангенциркули 125мм;микрометры

Задание:

1 Определить размеры детали с помощью штангенциркуля и микрометра

2.Выполнить чертеж детали.

Порядок выполнения работы:

1. Определить размеры детали.

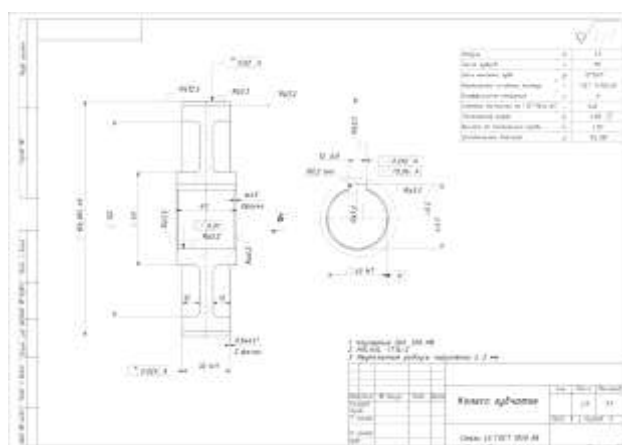
2. Выполнить чертеж детали.

Краткие теоретические сведения:

1.Замерить деталь с помощью штангенциркуля и микрометра

2.Выполнить чертеж детали с нанесением размеров полученных при измерении

Пример выполненной работы



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 3

Лабораторное занятие № 3

Цель: 1)научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля и микрометра

Выполнив работу, вы будете уметь:

УД 2оформлять технологическую документацию;

Материальное обеспечение:

Задание:

2.Выполнить чертеж детали.

1. Определить размеры детали.

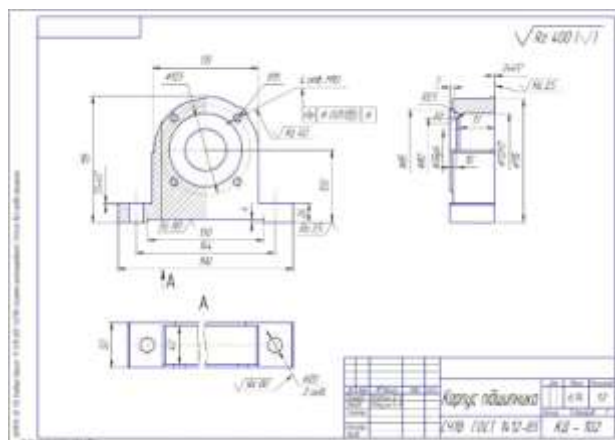
2. Выполнить чертеж делали.

Краткие теоретические сведения:

1.3. Замерить деталь с помощью штангенциркуля и микрометра

2.Выполнить чертеж детали с нанесением размеров полученных при измерении

Пример выполненной работы



Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.