

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 ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.04 Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия
для обучающихся специальности**

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по
отраслям)**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механического, гидравлического
оборудования и автоматизации»
Председатель О.А. Тарасова
Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик:

О. С. Каледина

Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	7
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	8
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2	12
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3	15
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4	19
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5	26
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	34
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.	39
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7	43

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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 подтверждение соответствия» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- У 2.1.03 применять документацию систем качества;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

— Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

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

ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу

ПК 1.2. Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией

ПК 1.3. Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией

ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования

А также формированию общих компетенций:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия» направлено на:

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

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

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

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

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

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Кол-во часов	в форме практич. подготовки	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1. МЕТРОЛОГИЯ		28	6	
Тема 1.1 Допуски и посадки гладких соединений	Практическая работа №1 перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ	4		У 1.1.08; У 1.2.09;
Тема 1.2 Области применения рекомендуемых посадок	Практическая работа №2 Построение полей допусков	4		У 1.1.08; У 1.2.09;
Тема 1.3 Допуски и посадки типовых соединений	Практическая работа №3 Посадки шпоночных соединений. Обозначение на чертеже	4		У 1.1.08; У 1.2.09;
	Практическая работа №4 Посадки под подшипники. Обозначение на чертеже	4		У 1.1.08; У 1.2.09;
	Практическая работа №5 Посадки резьбовых соединений. Обозначение на чертеже	4		У 1.1.08; У 1.2.09;
Тема 1.4 Допуски формы и расположения поверхностей	Практическая работа № 6 Обозначение допусков формы и расположения поверхности на чертежах.	2		У 1.1.08; У 1.2.09;
Тема 1.5 Шероховатость поверхности	Лабораторная работа №1. Определение параметров шероховатости поверхности.	2	2	У 1.1.08; У 1.2.09;
	Лабораторная работа №2. Контроль размеров деталей штангенинструментами. Обозначение на чертеже. Проект	2	2	У 1.1.08; У 1.2.09;
	Практическая работа №7. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах	2	2	У 1.1.08; У 1.2.09;
ИТОГО		28	6	

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Допуски и посадки гладких соединений

Практическая работа №1

Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ

Цель: Научиться переводить единицы измерения в систему СИ.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Задание:

1. Перевести единицы измерения в систему СИ

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 ГОСТ8.417-2002 «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

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	O	T	кельвин	К	K
Количество вещества	N	n, v	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Таблица 1 Основные единицы физических величин

Таблица 2 Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

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

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;

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 СИ

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

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.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«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.

Тема 1.2 Области применения рекомендуемых посадок

Практическое занятие № 2

Построение полей допусков

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;

У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;

Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;

Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;

Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: Стандарты ЕСПД: ГОСТ 25346-82; ГОСТ 25347-82; ГОСТ 25348-82; ГОСТ 25349-82; ГОСТ 25670-82

Задание:

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

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 возрастет, поэтому предпочтение отдается системе отверстия.

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 $\varnothing 20H7/e8$

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

Верхнее отклонение ES = 0,021 мм

Нижнее отклонение EI= 0

Наименьший диаметр Dmin= 20мм

Наибольший диаметр Dmax= 20+0,021 = 20,021мм

Посадка на вал $\phi 20e8(-0,040, -0,073)$

Верхнее отклонение es= -0,073мм

Нижнее отклонение ei= -0,04мм

Наименьший диаметр dmin= 20-0,073 = 19,927мм

Наибольший диаметр dmax= 20-0,04 = 19,960 мм.

Построить поле допуска по своим значениям.



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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«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.

Тема 1.3 Допуски и посадки типовых соединений

Практическое занятие № 3

Посадки шпоночных соединений. Обозначение на чертеже.

Цель: научиться обозначать посадки шпоночных соединений на чертежах.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: инструкции к выполнению заданий, шпоночные соединения, таблицы ГОСТа, конспект лекций.

Задание:

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

Краткие теоретические сведения:

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.

Шпоночные соединения подразделяют на ненапряжённые (с призматическими и сегментными шпонками) и напряжённые (с клиновыми и тангенциальными шпонками).

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.

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 12x8, 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	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	b x h	Фаска Z		Глубина		Радиус r	
		max	min	На валу t ₁	На втулке t ₂	max	min
От 6 до 8	2 x 2		1,2	1,0			
Св. 8 до 10	3 x 3	0,25	1,0	1,4	0,16	0,08	
Св. 10 до 12	4 x 4		2,5	1,8			
Св. 12 до 17	5 x 5		3,0	2,5			
Св. 17 до 22	6 x 6	0,40	3,5	2,9	0,25	0,16	
Св. 22 до 30	7 x 7		4,0	3,3			
Св. 22 до 30	8 x 7		4,0	3,3			
Св. 30 до 38	10 x 8		6,0	3,3			
Св. 38 до 44	12 x 8		6,0	3,3			
Св. 44 до 50	14 x 9	0,60	5,5	3,8	0,40	0,25	
Св. 50 до 58	16 x 10		6,0	4,3			
Св. 58 до 65	18 x 11		7,0	4,4			

Продолжение таблицы 4 - «Основные размеры соединений с призматическими шпонками».

Диаметр вала d, мм	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	b x h	Фаска Z		Глубина		Радиус r	
		max	min	На валу t ₁	На втулке t ₂	max	min
Св. 65 до 75	20 x 12		7,5	4,9			
Св. 75 до 85	22 x 14		9,0	5,4			
Св. 85 до 95	25 x 14	0,60	9,0	5,4	0,60	0,40	
Св. 95 до 110	28 x 16		10,0	6,4			
Св. 110 до 130	32 x 18		11,0	7,4			
Св. 130 до 150	36 x 20		12,0	8,4			
Св. 150 до 170	40 x 22	1,2	13,0	9,4	1,0	0,7	
Св. 170 до 200	45 x 25		15,0	10,4			
Св. 200 до 230	50 x 28		17,0	11,4			

Примечания

1. Длина шпонки должна выбираться из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220.
2. Материал - сталь с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МПа² (50 кгс/мм²).
3. На рабочих чертежах проставляется один размер для вала t₁ (предпочтительный вариант) и для втулки d + t₂.
4. В обоснованных случаях (пустотные валы, передача повышенных крутящих моментов и т.п.) допускается применять меньшие размеры сечений стандартных шпонок.
5. Пример условного обозначения шпонки исполнения 1 (с радиусом закруглений R = 5/2) с размерами: b = 16 мм, h = 11 мм, l = 100 мм. Шпонка 16 x 11 x 100 ГОСТ 23360-78*

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

На ширину шпонки h9.

На ширину паза вала H9.

На ширину паза втулки D10.

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

Элемент соединения	Поле допусков размера b при соединении		
	свободном	нормальном	плотном
Ширина шпонки	h9	h9	h9
Ширина паза на валу	H9	N9	P9
Ширина паза на втулке	D10	Js9	P9

3. Подобрать по значению пазов на валу и втулке предельные отклонения (таблица 6).

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

4. Проставить посадки на чертеже.

По размерам сделать чертеж и обозначить на нем посадки.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«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.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений

Практическое занятие № 4

Посадки под подшипники. Обозначение на чертеже.

Цель: научиться обозначать посадки по подшипники.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: конспект лекций, инструкции для выполнения задания, подшипники качения, таблицы ГОСТа.

Задание:

1. Расшифровать обозначения подшипника и подобрать посадки.

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	х	-	х	х	х	х	х
Упорные и упорно-радиальные	х	-	х	х	х	х	-
Роликовые конические	х	х	х	х	х	х	-
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):

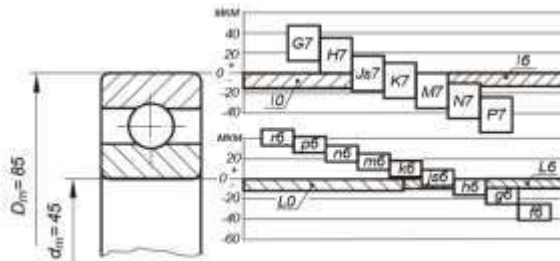
6-205, где 6 – класс точности; 205 – номер подшипника. 205, где 205 – номер подшипника; 0 – класс точности (в обозначении 0 класс не указывают).

Таблица 8

Категория	Класс точности									Дополнительные требования
	8	7	0	6X	6	5	4	2	1	
А	-	-	-	-	-	x	x	x	x	По уровню вибраций По форме поверхностей качения По одному из перечисленных в стандарте параметров на выбор
В	-	-	x	x	x	x	-	-	-	По одному из перечисленных в стандарте параметров на выбор
С	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

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2} \quad \text{и} \quad d_m = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$$

диаметров колец, равных и где D_{max} , D_{min} , d_{max} , d_{min} выбираются из ряда измерений в разных сечениях соответственно наружного и внутреннего диаметров. Обозначаются поля допусков, например, у подшипников нулевого класса – H_0 для наружного кольца и k_0 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.

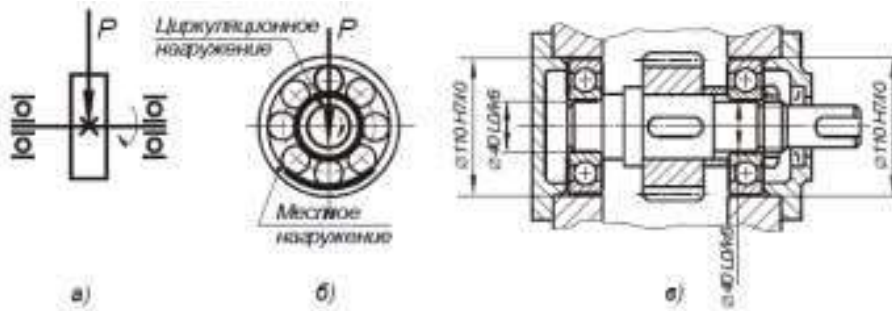
Первая типовая схема. Внутренние кольца подшипников вращаются вместе с валом, наружные кольца, установленные в корпусе, неподвижны. Радиальная нагрузка P постоянна по величине и не меняет своего положения относительно корпуса.

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.

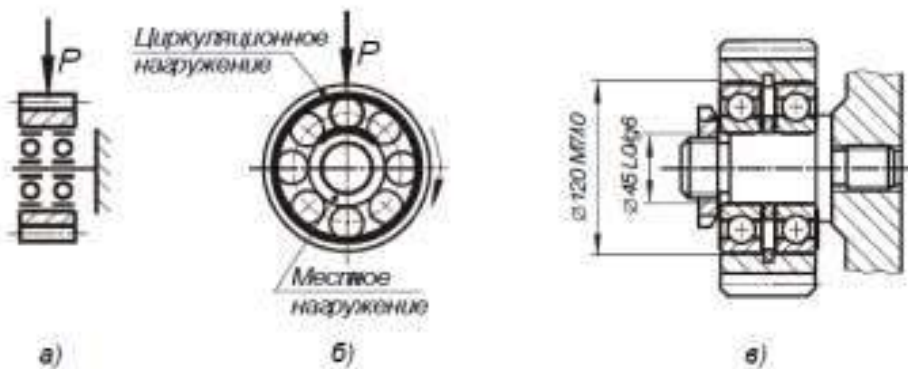
Рекомендуемые посадки для подшипников классов точности 0 и 6 приведены в таблице.



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.

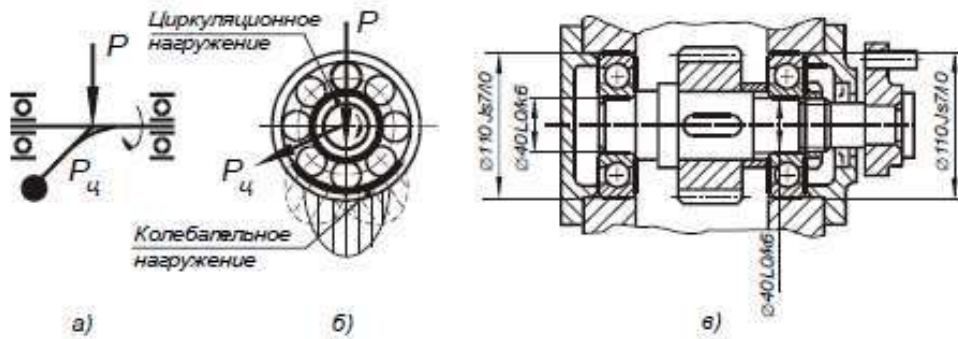


Таблица 9

Посадки шариковых и роликовых радиальных и радиально-упорных подшипников		
Вид кольца	Вид нагружения	Рекомендуемые посадки
Внутреннее кольцо, посадка на вал	Циркуляционное	$\frac{L0}{n6}$, $\frac{L0}{m6}$, $\frac{L0}{k6}$, $\frac{L0}{js6}$ $\frac{L6}{n6}$, $\frac{L6}{m6}$, $\frac{L6}{k6}$, $\frac{L6}{js6}$
	Местное	$\frac{L0}{js6}$, $\frac{L0}{k6}$, $\frac{L0}{g6}$, $\frac{L0}{f6}$ $\frac{L6}{js6}$, $\frac{L6}{k6}$, $\frac{L6}{g6}$, $\frac{L6}{f6}$
	Колебательное	$\frac{L0}{js6}$, $\frac{L6}{js6}$
Наружное кольцо, посадка в корпус	Циркуляционное	$\frac{N7}{l0}$, $\frac{M7}{l0}$, $\frac{K7}{l0}$, $\frac{P7}{l0}$ $\frac{N7}{l6}$, $\frac{M7}{l6}$, $\frac{K7}{l6}$, $\frac{P7}{l6}$
	Местное	$\frac{H7}{l0}$, $\frac{H7}{l6}$
	Колебательное	$\frac{Js7}{l0}$, $\frac{Js7}{l6}$

Порядок выполнения работы:

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

- «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.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений

Практическое занятие № 5

Посадки резьбовых соединений. Обозначение на чертеже.

Цель: научиться подбирать посадки для резьбовых соединений.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: конспект лекций, инструкции для выполнения задания, болты и гайки, таблицы ГОСТа.

Задание:

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

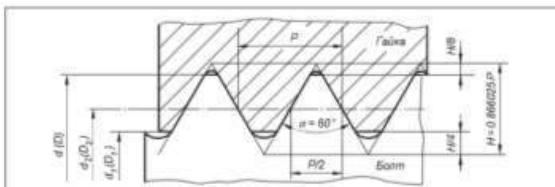
Краткие теоретические сведения:

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 (D2) – средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки; d (D) – наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки; d_1 (D1) – 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 резьб		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
	8	10	7,350	6,917
	10	12	9,350	8,917
1,25	8	10	7,188	6,647
	10	12	9,188	8,647
1,5	10	12	9,026	8,386
	14	16	11,026	10,386
	16	18	13,026	12,386
1,75	12	16	10,863	10,106

Шаг резьбы P, мм	Наружный диаметр d для резьб		Средний диаметр d_2 , D ₂ , мм	Внутренний диаметр d_1 , D ₁ , мм
	с крупным шагом, мм	с мелким шагом, мм		
2	14	18	12,701	11,835
	16	20	14,701	13,835
	18	22	16,701	15,835
	20	24	18,701	17,835
	22	26	20,701	19,835
2,5	18	24	16,378	15,294
	20	26	18,378	17,294
	22	28	20,378	19,294
3	24	30	22,051	20,752
	27	33	25,051	23,752
	30	36	28,051	26,752
	33	39	31,051	29,752
	36	42	34,051	32,752
	39	45	37,051	35,752
	42	48	40,051	38,752
	45	51	43,051	41,752
	48	54	46,051	44,752
3,5	30	36	27,727	26,211
	33	39	30,727	29,211
	36	42	33,727	32,211
4	36	44	33,452	31,870
	40	48	37,452	35,870
	44	52	41,452	39,870
	48	56	45,452	43,870
4,5	42	50	39,077	37,129
5	48	56	44,752	42,567
	54	62	50,752	48,567
6	54	62	50,505	48,505
	60	68	56,505	54,505
	66	74	62,505	60,505
	72	80	68,505	66,505
	78	86	74,505	72,505

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 отдельно 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 $2,24 \times P \times d^{0.2}$ и 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.

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

- «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.

Тема 1.4 Допуски формы и расположения поверхностей

Практическая работа № 6

Обозначение допусков формы и расположения поверхности на чертежах.

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;

У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;

Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;

Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;

Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате; Задание: 1. Указать на чертеже значение допусков формы и расположения.

Материальное обеспечение: инструкции для выполнения задания, подшипники качения, таблицы ГОСТа.

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту подобрать размеры подшипника;

2. Назначить допуск торцевого биения;
3. Назначить допуск перпендикулярности;
4. Указать значения допусков на чертеже.

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

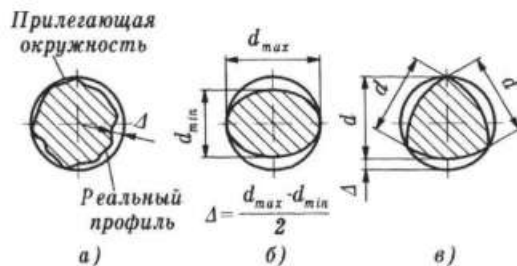


Рис. 4.2 Отклонение формы цилиндрических поверхностей в поперечном сечении

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.

Схема 1. На точность положения внутреннего кольца подшипника влияет только торцевое 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.

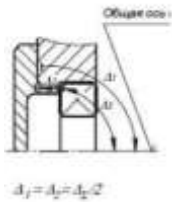


Схема3. На точность положения кольца влияют отклонения трех деталей: крышки, стакана и корпуса. Допуски параллельности торцов крышки и станка, а также перпендикулярности платика корпуса относительно общей оси будут составлять по одной трети табличного значения. На качестве работы подшипников сказываются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

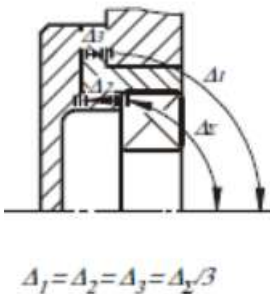


Таблица 12

Интервал номинальных диаметров валов d , мм	Допуск торцового биения заплечика вала, не более			
	Класс точности подшипника			
	0		6	
	Биение Δ_{Σ} , мкм	Угол θ_2	Биение Δ_{Σ} , мкм	Угол θ_2
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	

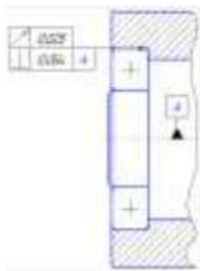
Пример:

1. По диаметру 45мм пробираем радиально –упорно шариковый подшипник, тогда диаметр внутреннего кольца подшипника тоже 45мм, 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, $\Delta\Sigma=25, \text{мкм}$.

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, $\Delta\Sigma=54, \text{мкм}$.

4. Указываем на чертеже



Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

- «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.

Тема 1.5 Шероховатость поверхности

Лабораторная работа № 1

Определение параметров шероховатости поверхности

Цель: изучение параметров шероховатости поверхности деталей; получение навыков обработки профилограммы и определение по ней характеристик параметров шероховатости, вывод о годности детали

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;

У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;

Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;

Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;

Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: конспект лекций, инструкции для выполнения задания, профилограммы

Задание:

Определить основные параметры шероховатости

Краткие теоретические сведения:

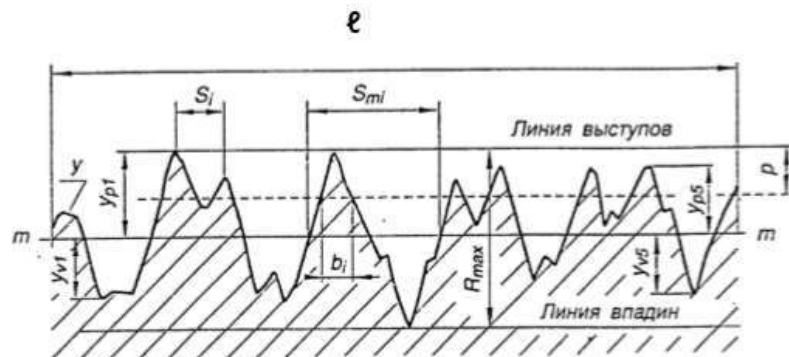
Шероховатость поверхности и ее влияние на работу деталей машин.

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется шероховатость – совокупность микронеровностей (чередующихся выступов и впадин) с относительно малыми расстояниями между их вершинами (шагами).

Шероховатость может быть следом от резца или другого режущего инструмента, копией неровностей форм или штампов, может появляться вследствие вибраций, возникающих при резании, а также в результате действия других факторов.

Влияние шероховатости на работу деталей машин многообразно:

- степень шероховатости поверхности может нарушать характер сопряжения деталей из-за смятия или интенсивного износа микронеровностей профиля;
- шероховатость поверхности разрушает контактирующие с ней различного рода уплотнения;
- неровности, являясь концентраторами напряжений, снижают усталостную прочность деталей;
- шероховатость влияет на герметичность соединений, на качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- шероховатость влияет на точность измерения деталей;
- коррозия металлов возникает и распространяется быстрее на грубо обработанных поверхностях.



Параметры шероховатости в направлении высоты неровностей профиля (высотные параметры)

1) Среднее арифметическое отклонение профиля.

R_a – среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx, \text{ мкм или приблизительно}$$

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

мкм – в случае ручной обработки профилограммы,

где ℓ – базовая длина; n – число выбранных точек профиля на базовой длине; y – расстояние между любой точкой профиля и средней линией.

Нормируется от 0,008 до 100 мкм.

2) Высота неровностей профиля по десяти точкам.

Rz – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5} \cdot 10^3, \text{ мкм}$$

где y_{pi} – высота i -го наибольшего выступа; y_{vi} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

Нормируется от 0,025 до 1000 мкм.

3) Наибольшая высота неровностей профиля.

R_{max} – расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины ℓ . Линия выступов профиля – линия, проходящая через высшую точку профиля, линия впадин – линия, проходящая через низшую точку профиля, эквидистантно средней линии, в пределах базовой длины.

Нормируется от 0,025 до 1000 мкм.

Параметры шероховатости в направлении длины профиля (шаговые параметры).

1) Средний шаг неровностей профиля.

S_m – среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины.

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

где S_{mi} – шаг неровностей – отрезок средней линии, заключенный между точками пересечения смежных выступов и впадин профиля со средней линией, n – число шагов в пределах базовой длины.

Нормируется от 0,002 до 12,5мм.

2) Средний шаг местных выступов профиля.

S – среднее значение шага местных выступов профиля в пределах базовой длины.

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

где S_i – шаг местных выступов профиля, равный длине отрезка средней линии между проекциями на нее двух наивысших точек соседних местных выступов профиля, n – число шагов неровностей по вершинам в пределах базовой длины.

Нормируется от 0,002 до 12,5 мм.

Параметр шероховатости, связанный с формой неровностей профиля (параметр формы)

Относительная опорная длина профиля.

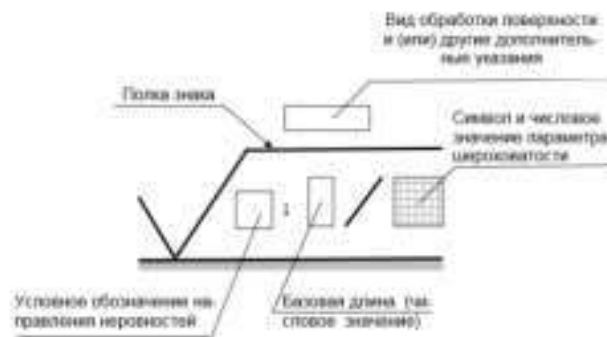
t_p – отношение опорной длины профиля к базовой длине:

$$t_p = \frac{\eta_p}{l} \cdot 100\%$$

где η_p – опорная длина профиля есть сумма длин отрезков b_i в пределах базовой длины, отсекаемых на заданном уровне r в материале профиля линией, проведенной эквидистантно средней линии.

r – уровень сечения профиля – расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантно линии выступов (задается в процентах от значения R_{max}).

Значение уровня сечения профиля r 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%.



Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту рассчитать основные параметры шероховатости;
2. Проверить полученные значения с заданными в задании;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

- «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.

Тема 1.5 Шероховатость поверхности

Лабораторная работа №2.

Контроль размеров деталей штангенинструментами. Обозначение на чертеже. Проект

Цель: Научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;

У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;

Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;

Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;

Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение: инструкции для выполнения задания, детали машин, штангенциркуль.

Задание:

1 Определить размеры детали с помощью штангенциркуля.

2.Выполнить эскиз детали.

Краткие теоретические сведения:

Метрология – наука об измерениях, методах расчета и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Метрологию подразделяют на теоретическую, прикладную и законодательную.

Прикладная метрология – занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии.

Теоретическая метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения.

Законодательная метрология включает совокупность взаимообусловленных правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые возводятся в ранг правовых положений, имеют обязательную силу и находятся под контролем государства.

Можно выделить три главные функции измерений: 1) учет продукции, исчисляющейся по массе, длине, объему, расходу, мощности, энергии.

2) измерения, проводимые для контроля и регулирования технологических процессов и для обеспечения нормального функционирования транспорта и связи. 3) измерений физических величин, технических параметров, состава и свойств веществ, проводимые при научных исследованиях, испытаниях и контроле продукции в различных отраслях народного хозяйства

Объектами метрологии являются единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.

Измерение – совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины (длины, высоты и другие параметры деталей).

Погрешность измерений – отклонение результата измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Средство измерений – техническое устройство, предназначенное для измерений (Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»).

Эталон – средство измерения, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее средствами измерений данной величины.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин, а погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Итак, первым условием единства измерений является представление результатов измерений в узаконенных единицах, которые были бы одними и теми же по всюду, где проводятся измерения и используют их результаты. В России, как и в большинстве других стран, узаконенными единицами являются единицы величины Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам, рекомендованные Международной организацией законодательной метрологии.

Второе условие единства измерений – погрешность измерений не превышает (с заданной вероятностью) установленных пределов. Погрешности измерений средства измерений указываются в придаваемом к нему техническом документе – паспорте, ТУ и пр.

Главным нормативным актом по обеспечению единства измерений является Закон РФ.

Он направлен на защиту прав и законных интересов граждан, экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

В странах на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) должно быть соблюдено главное условие обеспечения единства измерений – указаны погрешности измерений для заданной вероятности.

Методика работы со штангенциркулем.

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 = 1мм, то при величине отсчета по нониусу 0,1мм он будет иметь 10 делений, а при отсчете по нониусу 0,05 мм-20 делений.

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить методику работы со штангенциркулем.
- 2 Определить размеры детали.
- 3 Выполнить эскиз детали.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

– «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.

Тема 1.5 Шероховатость поверхности

Практическая работа №7

Обозначение шероховатости поверхности на чертежах

Цель работы:

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 1.1.08 виды, устройство и назначение технологического оборудования отрасли;
- У 1.2.09 устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;
- Уо 02.05 оценивать данные на достоверность;
- Уо 04.02 выбирать цифровые средства общения в соответствии с целью взаимодействия и индивидуальными особенностями (в том числе культурными) собеседника;
- Уо 05.01 применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- Уо 05.03 излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему

Задание:

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

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_r . Профилограмма и основные параметры шероховатости представлены на рисунке 1

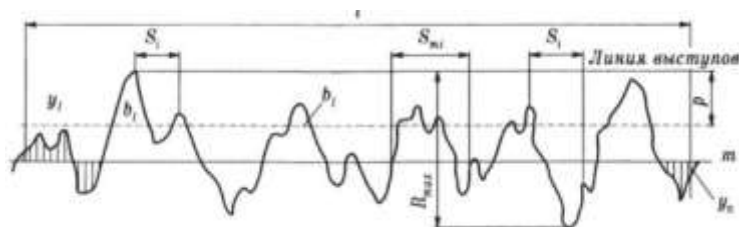


Рисунок 1 – Основные параметры шероховатости поверхности

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.

6) 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 отсчитывают по линии выступов и выбирают из ряда: 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 % от R_{max} .

Относительная опорная длина профиля t_p может быть равна: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 %.

Шероховатость поверхности нормируют и оценивают одним или несколькими из вышеперечисленных параметров. 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: Ra или Rz , S_m , t_P . Если указано только одно значение, то это наибольшее допустимое значение, а наименьшее значение не ограничиваются. Если параметры шероховатости задают в виде диапазона значение, то цифры пишут в виде строки (более грубое значение в верхней строке). Если параметр задают номинальным значением, то его приводят с предельными отклонениями. Предельные отклонения, назначаемые в процентах от номинального значения (10,20 или 40%), могут быть односторонними и симметричными (ГОСТ 2789-73).

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

Таблица 1 – Тип направление неровностей, изображение и обозначение.

Схематичное изображение	Обозначение

Значение параметра шероховатости указывают после соответствующего символа (например, $R_{max}6,3$; $S_m0,63$; $S_0,32$; $t_{50}70$). Здесь указаны наибольшие допустимые значения параметров шероховатости; их наименьшее 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;	$R_z 0,080;$	$R_{max} 0,80;$	$t_{50} 50$
0,63	0,03z	0,32	70

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее большей шероховатости.

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

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

Все параметры шероховатости представляются в микронах, кроме S , S_m тр.

Знаки, применяемые при обозначении шероховатости, их расположение на чертеже



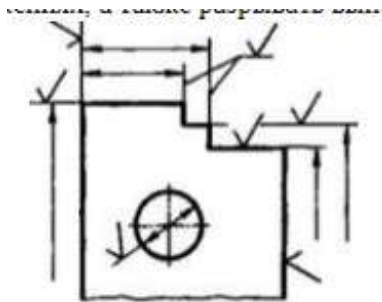
а-обозначение шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктор не устанавливает;

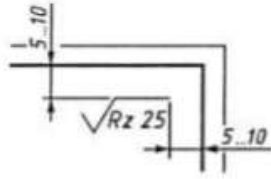
б -обозначение шероховатости поверхности, образуемой удалением слоя металла (например, точением, шлифованием, травлением и т.д.)

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

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.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

– «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.