

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.05 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности СПО
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2017

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Механического и гидравлического
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

Разработчик

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	6
Практическое занятие № 1 Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ	6
Практическая работа №2 Построение полей допусков	10
Практическое занятие № 3 Посадки шпоночных соединений. Обозначение на чертеже	14
Практическое занятие № 4 Посадки шлицевых соединений. Обозначение на чертеже.....	18
Практическое занятие № 5 Посадки резьбовых соединений. Обозначение на чертеже.....	23
Практическое занятие № 6 Посадки под подшипники. Обозначение на чертеже	28
Практическое занятие № 7 Расчет допуска формы и расположения поверхности детали под поверхность подшипника качения	34
Лабораторная работа №1 Определение параметров шероховатости поверхности	42
Лабораторная работа №2 Контроль размеров деталей штангенинструментами. Обозначение на чертеже.....	48

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов 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, 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 освоения дисциплины обучающийся **должен уметь:**

- У1. оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;
- У2. применять документацию систем качества;
- У3. применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.4. Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их изготовления.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.1. Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК 2.2. Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 2.4. Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 3.1. Участвовать в планировании работы структурного подразделения.

ПК 3.2. Участвовать в организации работы структурного подразделения.

ПК 3.3. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 3.4. Участвовать в анализе процесса и результатов работы подразделения, оценке экономической эффективности производственной деятельности.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:

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

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

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

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

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

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

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

Выполнение студентами практических работ по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов.

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Допуски и посадки гладких соединений

Практическое занятие № 1

Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ

Цель работы: Научиться определять соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.

Выполнив работу, Вы будете уметь: оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности.

Материальное обеспечение: ГОСТ 8.417-2002 — единицы физических величин

Задание:

1. Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (подвариантное задание по таблице б)..

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию. Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание.
2. Перечертить задание по своему варианту (см. таблицу б) в форме таблицы. Используя таблицы 1-5 данного пособия, выразить в соответствующих единицах заданные величины.

Ход работы:

Основы метрологии

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

Физическая величина (ФВ) - характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Значение физической величины – оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Единица физической величины – ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Различают основные, производные, кратные, дольные, когерентные (СИ), системные и внесистемные единицы.

Международная система единиц физических величин.

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.

Основные единицы физических величин системы СИ.

Таблица 1

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

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

Таблица 2.

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.

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ.

Таблица 3.

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

- допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год - единицы длины в астрономии; диоптрия - единица оптической силы в оптике; электрон-вольт - единица энергии в физике и т.д.
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля- в морской навигации; карат - единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- изъятые из употребления, например; миллиметр ртутного столба – единица давления; лошадиная сила - единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ. *Кратная единица*- это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длины - километр равна 10 м, т.е. кратная метру. *Дольная единица* - единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системой или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10 м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл.4.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований.

Таблица 4.

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	d
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 (см. таблицу 5)

Соотношения между единицами измерения.

Таблица 5

№ п.п	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.
1.	Длина	м	1мкм = 10^{-6} м
2.	Масса	кг	1т = 1000 кг 1ц = 100 кг
3.	Температура	К	$0 = (t^{\circ}\text{C} + 273,15)$ К
4.	Вес (сила тяжести)	Н	1кг = 9,81Н 1дин = 10^{-5} Н
5.	Давление	Па	1бар = 10^5 Па 1мбар = 100 Па 1дин /см ² = 1мкбар = 0,1 Па 1кгс /см ² = 1 ат = $9,81 \times 10^4$ 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
6.	Мощность	Вт	1 кгс × м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10^{-7} Вт 1ккал/ч = 1,163Вт
7.	Объем	м ³	1 л = 10^{-3} м ³ = 1 дм ³
8.	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
9.	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс × м = 9,81 Дж 1 эрг = 10^{-7} Дж 1 кВт × ч = $3,6 \times 10^6$ Дж = 4,19 кДж

Ответьте на вопросы:

1. Дайте определение метрологии.
3. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
4. Приведите примеры производных единиц СИ.
5. Выразить 1м в км, Мм, мм, дм.
6. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание

Выразить в соответствующих единицах.

Таблица 6

Варианты заданий.					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37°C	Θ =	32°C	Θ =	25°C	Θ =
250К	°С	450К	°С	210 К	°С

10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/см ²
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/см ²	100Па	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
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс*м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт*ч	10Дж	эрг
0,1л	см ³	0,1л	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
100Вт	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
Варианты заданий.					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10т	кг	100ц	т	100г	кг
48 °С	Θ =	53 °С	Θ =	70 °С	Θ =
375К	°С	273К	°С	300К	°С
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	кгс/м ²	100Па	мкбар	100Па	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
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс*м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт*ч	1Дж	эрг
0,01л	см ³	0,01л	дм ³	0,01л	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
1Вт	МВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	мг/ м ³

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.2 Области применения рекомендуемых посадок

**Практическая работа №2
Построение полей допусков**

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

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

– применять документацию систем качества.

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 (таблица 7).
2. Определить величину зазора(натяга).

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

Общие теоретические сведения.

Системой допусков и посадок (СП) 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 СП (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 (рис. 1.5, а).

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 (рис. 1.5, б).

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.

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

Посадка $\phi 20H7/e8$

Посадка на отверстие $\phi 20H7^{(+0,021)}$

Верхнее отклонение ES = 0,021мм

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 $\phi 20e8^{(-0,040)}$

Верхнее отклонение es = -0,073мм

Ни жнее отклонение $e_i = -0,04\text{мм}$
 Наименьший диаметр $d_{\min} = 20 - 0,073 = 19,927\text{мм}$
 Наибольший диаметр $d_{\max} = 20 - 0,04 = 19,960\text{мм}$
 2. Построить поле допуска по своим значениям,



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

3. Определить величину зазора

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,04) = 0,04\text{мм}$$

$$S_{\max} = ES - ei = +0,021 - (-0,073) = 0,094\text{мм}$$

$$\text{тогда средний зазор } S_{\text{cp}} = \frac{S_{\min} + S_{\max}}{2} = \frac{0,04 + 0,094}{2} = 0,067\text{ мм}$$

Пример 2. Определить отклонения размеров вала и отверстия по таблицам ГОСТа.

Посадка $\phi 25H7/g6$

Посадка на отверстие $\phi 25H7^{(+0,021)}$

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

Нижнее отклонение $EI = 0$

Наименьший диаметр $D_{\min} = 25\text{мм}$

Наибольший диаметр $D_{\max} = 25 + 0,021 = 25,021\text{мм}$

Посадка на вал $\phi 25g6^{(+0,041)}$
 $^{(+0,028)}$

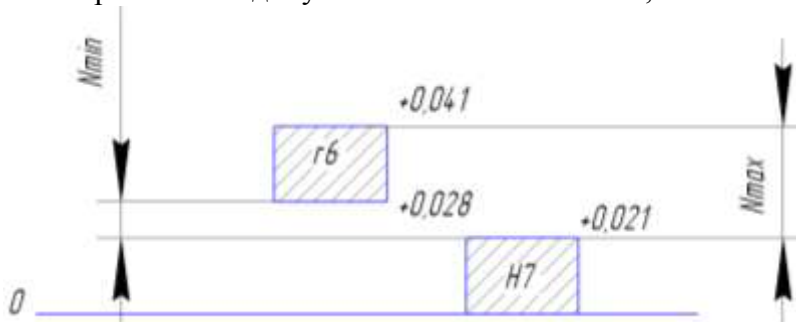
Верхнее отклонение $es = 0,041\text{мм}$

Нижнее отклонение $ei = 0,028\text{мм}$

Наименьший диаметр $d_{\min} = 25 + 0,028 = 25,028\text{мм}$

Наибольший диаметр $d_{\max} = 25 + 0,041 = 25,041\text{мм}$

2. Построить поле допуска по своим значениям,



т.к. размеры вала больше размеров отверстия такая посадка называется **с натягом**.

3. Определить величину натяга

$$N_{\max} = es - EI = +0,041 - 0 = 0,041\text{мм}$$

$$N_{\min} = ei - ES = +0,028 - 0,021 = 0,007\text{мм}$$

$$\text{тогда средний натяг } N_{\text{cp}} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{0,041 + 0,007}{2} = 0,024\text{ мм}$$

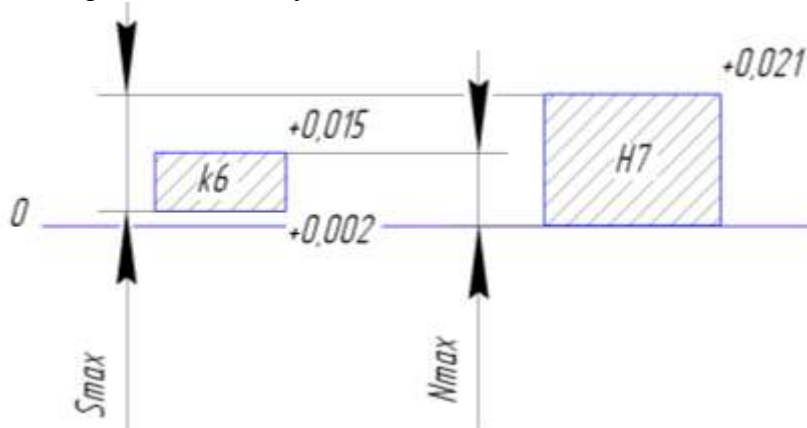
Пример 3 Определить отклонения размеров вала и отверстия по таблицам ГОСТа.

Посадка $\phi 23H7/k6$

Посадка на отверстие $\phi 23H7^{(+0,021)}$
 Верхнее отклонение $ES = 0,021\text{мм}$
 Нижнее отклонение $EI = 0$
 Наименьший диаметр $D_{\min} = 23\text{мм}$
 Наибольший диаметр $D_{\max} = 23+0,021 = 23,021\text{мм}$

Посадка на вал $\phi 23k6^{(+0,015)}$
 Верхнее отклонение $es = 0,015\text{мм}$
 Нижнее отклонение $ei = 0,002\text{мм}$
 Наименьший диаметр $d_{\min} = 23+0,015 = 23,015\text{мм}$
 Наибольший диаметр $d_{\max} = 23+0,002 = 23,002\text{мм}$

2. Построить поле допусков по своим значениям,



т.к. на поле допусков вал перекрывается отверстием полностью, посадка называется **переходной**.

3. Определить величину натяга и зазора

$$N_{\max} = es - EI = +0,015 - 0 = 0,015\text{мм}$$

$$S_{\max} = ei - ES = +0,002 - 0,021 = -0,019\text{мм}$$

тогда средний **натяг** и средний **зазор** $N_{\text{ср}} = S_{\text{ср}} = \frac{N_{\max} + S_{\max}}{2} = \frac{0,015 + (-0,019)}{2} = -0,004\text{мм}$

Варианты заданий:

Таблица 7

№ варианта	Посадка	№ варианта	Посадка	№ варианта	Посадка	№ варианта	Посадка
1	$\phi 48P6/h5$	9	$\phi 70H8/f7$	17	$\phi 72H8/h9$	25	$\phi 75D11/h11$
2	$\phi 80H6/p5$	10	$\phi 54K7/h6$	18	$\phi 45M7/h6$	26	$\phi 185H11/c11$
3	$\phi 15N6/h5$	11	$\phi 100H8/d9$	19	$\phi 15H6/j6$	27	$\phi 120C11/h11$
4	$\phi 120H7/t6$	12	$\phi 30S7/h6$	20	$\phi 48H11/a11$	28	$\phi 30H11/d9$
5	$\phi 60N7/h6$	13	$\phi 75H7/s6$	21	$\phi 100D10/h9$	29	$\phi 54E9/h9$
6	$\phi 185H7/m6$	14	$\phi 25R7/h6$	22	$\phi 28G7/h6$	30	$\phi 80H7/m6$
7	$\phi 18J6/h5$	15	$\phi 40H8/h8$	23	$\phi 45H8/h9$	31	$\phi 70H6/h5$
8	$\phi 28A11/h11$	16	$\phi 55F8/h9$	24	$\phi 18H8/x8$	32	$\phi 55H7/k6$

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений

Практическое занятие № 3 Посадки шпоночных соединений. Обозначение на чертеже

Цель работы: научиться обозначать посадки шпоночных соединений на чертежах.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

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 (таблица 11).

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:

Общие теоретические сведения

Шпоночные соединения предназначены для соединения с валами зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт и других деталей и служат для передачи крутящих моментов. Наиболее часто применяются соединения с призматическими шпонками. Размеры, допуски, посадки и предельные отклонения соединений с призматическими шпонками установлены ГОСТ 23360-78*.

Выписать данные согласно варианту.

Соединение шпонки свободное, вал диаметром 42

1. Подобрать шпонку по таблице ГОСТа (таблица 8)

Для диаметра вала $\phi 42$ подбираем шпонку с размерами 12x8, глубина паза вала $t_1 = 5$ мм, глубина паза втулки $t_2 = 3,3$ мм

Таблица 8, «Основные размеры соединений с призматическими шпонками»

Диаметр вала d , мм	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	$b \times h$	Фаска S		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	0.16	1.8	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	2.3		
Св. 17 до 22	6 x 6	0.40	0.25	3.5	2.8	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	0.60	0.40	5.0	3.3	0.40	0.25
Св. 38 до 44	12 x 8			5.0	3.3		
Св. 44 до 50	14 x 9			5.5	3.8		
Св. 50 до 58	16 x 10			6.0	4.3		
Св. 58 до 65	18 x 11			7.0	4.4		

Продолжение таблицы 8, «Основные размеры соединений с призматическими шпонками».

Диаметр вала d , мм	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	$b \times h$	Фаска S		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	0.80	0.60	9.0	5.4	0.60	0.40
Св. 85 до 95	25 x 14			9.0	5.4		
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	1.00	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 шпонок 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 МН/м² (60 кгс/мм²).
 3. На рабочем чертеже проставляется один размер для вала t_1 (предпочтительный вариант) и для втулки $d + t_2$.
 4. В обоснованных случаях (пустотелые валы, передача пониженных крутящих моментов и т.п.) допускается применять меньшие размеры сечений стандартных шпонок.
 5. Пример условного обозначения шпонки исполнения 1 (с радиусом закруглений $R = b/2$) с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм: Шпонка 18 x 11 x 100 ГОСТ 23360-78*.

2. Назначить посадку на шпоночное соединение(таблица 9).
 На ширину шпонки h9.
 На ширину паза вала H9.
 На ширину паза втулки D10.

Таблица 9, «поля допусков по ширине шпонки и шпоночных пазов b для свободного, нормального и плотного соединений»

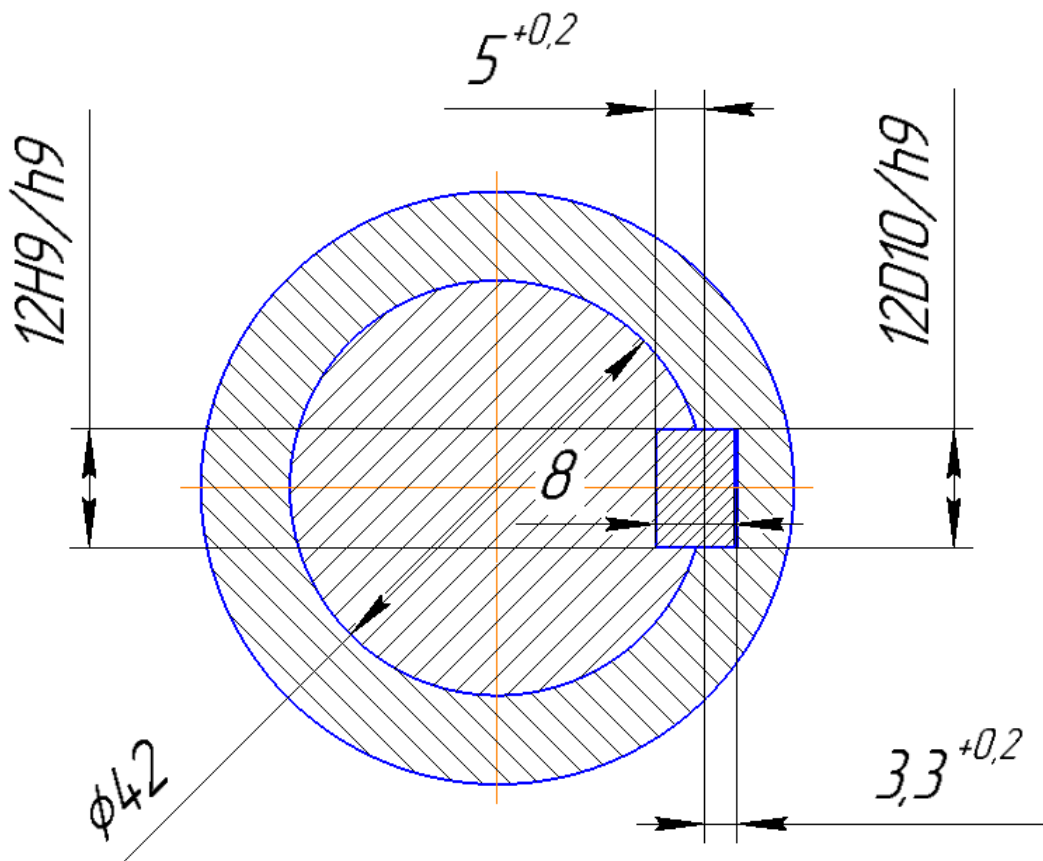
Элемент соединения	Поле допусков размера <i>b</i> при соединении		
	свободном	нормальном	плотном
Ширина шпонки	<i>h9</i>	<i>h9</i>	<i>h9</i>
Ширина паза на валу	<i>H9</i>	<i>N9</i>	<i>P9</i>
Ширина паза на втулке	<i>D10</i>	<i>Js9</i>	<i>P9</i>

3. Подобрать по значению пазов на валу и втулке предельные отклонения (таблица 10).

Таблица 10, «Предельные отклонения на глубину пазов»

Высота шпонки <i>h</i> , 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.



Варианты заданий

Таблица 11

№ варианта	Вал	№ варианта	Вал	№ варианта	Вал	№ варианта	Вал
1	∅ 48, соединение свободное	9	∅ 70, соединение нормальное	17	∅ 72, соединение плотное	25	∅ 75, соединение свободное
2	∅ 80, соединение нормальное	10	∅ 54, соединение плотное	18	∅ 45, соединение свободное	26	∅ 185, соединение нормальное
3	∅ 15, соединение плотное	11	∅ 100, соединение свободное	19	∅ 15, соединение нормальное	27	∅ 120, соединение плотное
4	∅ 120, соединение свободное	12	∅ 30, соединение нормальное	20	∅ 48, соединение плотное	28	∅ 30, соединение свободное
5	∅ 60, соединение нормальное	13	∅ 75, соединение плотное	21	∅ 100, соединение свободное	29	∅ 54, соединение нормальное
6	∅ 185, соединение плотное	14	∅ 25, соединение свободное	22	∅ 28, соединение нормальное	30	∅ 80, соединение плотное
7	∅ 18, соединение свободное	15	∅ 40, соединение нормальное	23	∅ 45, соединение плотное	31	∅ 70, соединение свободное
8	∅ 28, соединение нормальное	16	∅ 55, соединение плотное	24	∅ 18, соединение свободное	32	∅ 55, соединение нормальное

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений

Практическое занятие № 4

Посадки шлицевых соединений. Обозначение на чертеже

Цель работы: научиться обозначать посадки шлицевых соединений на чертежах.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

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

Задание:

1. Назначить посадку на шлицевое прямобоочное соединение и указать на чертеже (таблица 14).

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать из таблицы ГОСТа размеры шлицевого соединения.
2. Назначить посадку на шлицевое прямобоочное соединение, исходя из рекомендаций.
3. Указать посадку на чертеже.

Ход работы:

Общие теоретические сведения

Шлицевые соединения, как и шпоночные, предназначены для передачи крутящих моментов в соединениях шкивов, муфт, зубчатых колес и других деталей с валами. В отличие от шпоночных соединений, шлицевые соединения, кроме передачи крутящих моментов, осуществляют еще и центрирование сопрягаемых деталей. Шлицевые соединения могут передавать большие крутящие моменты, чем шпоночные, и имеют меньшие перекосы и смещения пазов и зубьев. В зависимости от профиля зубьев шлицевые соединения делят на соединения с прямобоочным, эвольвентным и треугольным профилем зубьев.

Соединения шлицевые прямобоочные. Основные параметры

Шлицевые соединения с прямобоочным профилем зубьев применяются для подвижных и неподвижных соединений.

К основным параметрам относятся:

- D – наружный диаметр;
- d – внутренний диаметр;
- b – ширина зуба.

По ГОСТ 1139-80* в зависимости от передаваемого крутящего момента установлено три типа соединений – легкой, средней и тяжелой серии. Номинальные размеры основных параметров и число зубьев шлицевых соединений общего назначения с прямобоочным профилем зубьев, параллельных оси соединения, приведены в таблице 1.

В шлицевых соединениях с прямобоочным профилем зуба применяют три способа относительного центрирования вала и втулки:

- по наружному диаметру D ;
- по внутреннему диаметру d ;

- по боковым сторонам зубьев b .

Центрирование по D рекомендуется при повышенных требованиях к соосности элементов соединения, когда твердость втулки не слишком высока и допускает обработку чистовой протяжкой, а вал обрабатывается фрезерованием и шлифуется по наружному диаметру D . Применяется такое центрирование в подвижных и неподвижных соединениях.

Центрирование по d применяется в тех же случаях, что и центрирование по D , но при твердости втулки, не позволяющей обрабатывать ее протяжкой. Такое центрирование является наименее экономичным.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по D :

для соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{F8}{f7}$;

для отверстия этого соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8$;

для вала: $D - 8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f7$.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по d :

для соединения: $d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$;

для отверстия этого соединения: $d - 8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 D9$;

для вала: $d - 8 \times 36 f7 \times 40 a11 \times 7 h9$.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по b :

для соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$;

для отверстия этого соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 H12 \times 7 D9$;

для вала: $b - 8 \times 36 \times 40 a11 \times 7 f8$.

1. Выбрать из таблицы ГОСТа размеры шлицевого соединения.

Центрирование **вала** по наружному диаметру $D = 38$ мм

Центрирование **втулки** по боковым сторонам зубьев $b = 6$ мм

Число зубьев $z = 8$

Серия средняя, сопряжение неподвижное.

По таблице 12 выбираем размеры шлицевого прямобочного соединения

$8 \times 32 \times 38 \times 6$, где 8 – число зубьев, 32 – внутренний диаметр, 38 – наружный диаметр, 6 – ширина зуба.

Таблица 12 «ГОСТ 1139-80* Номинальные размеры основных параметров и число зубьев шлицевых соединений общего назначения с прямобочным профилем зубьев»

$z \times d \times D \times b$, мм (z – число зубьев)	d_1 , мм	a , мм	c , мм	r , мм, не более
	не менее			
Легкая серия				
6 × 23 × 26 × 6	22.1	3.54	0.3	0.2
6 × 26 × 30 × 6	24.6	3.85	0.3	0.2
6 × 28 × 32 × 7	26.7	4.03	0.3	0.2
8 × 32 × 36 × 6	30.4	2.71	0.4	0.3
8 × 36 × 40 × 7	34.5	3.46	0.4	0.3
8 × 42 × 46 × 8	40.4	5.03	0.4	0.3
8 × 46 × 50 × 9	44.6	5.75	0.4	0.3
8 × 52 × 58 × 10	49.7	4.89	0.5	0.5
8 × 56 × 62 × 10	53.6	6.38	0.5	0.5
8 × 62 × 68 × 12	59.8	7.31	0.5	0.5
10 × 72 × 78 × 12	69.6	5.45	0.5	0.5
10 × 82 × 88 × 12	79.3	8.62	0.5	0.5
Средняя серия				
6 × 11 × 14 × 3	9.9	—	0.3	0.2
6 × 13 × 16 × 3.5	12.0	—	0.3	0.2
6 × 16 × 20 × 4	14.5	—	0.3	0.2
6 × 18 × 22 × 5	16.7	—	0.3	0.2
6 × 21 × 25 × 5	19.5	1.95	0.3	0.2
6 × 23 × 28 × 6	21.3	1.34	0.3	0.2

$z \times d \times D \times b$, мм (z – число зубьев)	d_1 , мм	a , мм	c , мм	r , мм, не более
	не менее			
6 × 26 × 32 × 6	23.4	1.65	0.4	0.3
6 × 28 × 34 × 7	25.9	1.70	0.4	0.3
8 × 32 × 38 × 6	29.4	—	0.4	0.3
8 × 36 × 42 × 7	33.5	1.02	0.4	0.3
8 × 42 × 48 × 8	39.5	2.57	0.4	0.3
8 × 46 × 54 × 9	42.7	—	0.5	0.5
8 × 52 × 60 × 10	48.7	2.44	0.5	0.5
8 × 56 × 65 × 10	52.2	2.50	0.5	0.5
8 × 62 × 72 × 12	57.8	2.40	0.5	0.5
10 × 72 × 82 × 12	67.4	—	0.5	0.5
10 × 82 × 92 × 12	77.1	3.00	0.5	0.5
10 × 92 × 102 × 14	87.3	4.50	0.5	0.5
Тяжелая серия				
10 × 16 × 20 × 2,5	14.1	—	0.3	0.2
10 × 18 × 23 × 3	15.6	—	0.3	0.2
10 × 21 × 26 × 3	18.5	—	0.3	0.2
10 × 23 × 29 × 4	20.3	—	0.3	0.2
10 × 26 × 32 × 4	23.0	—	0.4	0.3
10 × 28 × 35 × 4	24.4	—	0.4	0.3
10 × 32 × 40 × 5	28.0	—	0.4	0.3
10 × 36 × 45 × 5	31.3	—	0.4	0.3
10 × 42 × 52 × 6	36.9	—	0.4	0.3
10 × 46 × 56 × 7	40.9	—	0.5	0.5
16 × 52 × 60 × 5	47.0	—	0.5	0.5
16 × 56 × 65 × 5	50.6	—	0.5	0.5
16 × 62 × 72 × 6	56.1	—	0.5	0.5
16 × 72 × 82 × 7	65.9	—	0.5	0.5
20 × 82 × 92 × 6	75.6	—	0.5	0.5
Примечания.				
1. Размер a дан для валов при нарезании шлицев методом обкатывания.				
2. При центрировании по внутреннему диаметру валы изготавливаются в исполнении 1 и 3, при центрировании по наружному диаметру и боковым сторонам – в исполнении 2.				

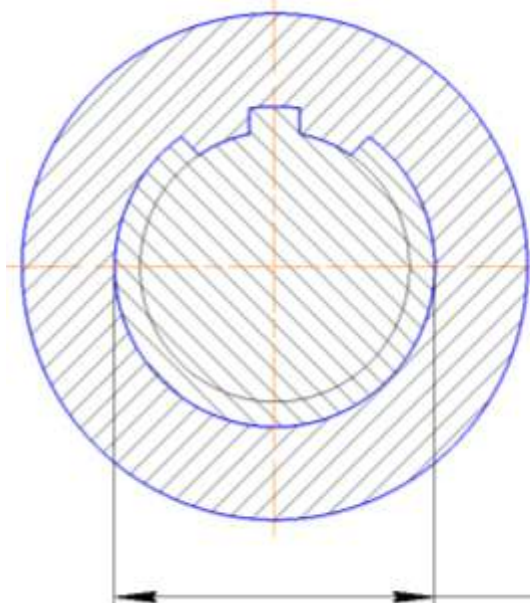
2. Назначить посадку на шлицевое прямобочное соединение, исходя из рекомендаций.
По таблице 13 назначаем посадку для $D = 38$ мм H7/js6, для $b = 6$ мм F8/f7.

Таблица 13 «ГОСТ 1139-80* допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба для различных способов центрирования»

Чертеж сопряжения	Центрирование по D			Центрирование по d			Центрирование по b		
	По d	По D	По b	По d	По D	По b	По d	По D	По b
Подвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{e8}$	$\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{D9}{h9}$	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{e8}$	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{D9}{h9}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{f7}$	—	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{f8}$ $\frac{D9}{e8}$ $\frac{D9}{f8}$
Неподвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{js7}$	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{js7}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{js7}$ $\frac{D9}{h9}$ $\frac{D9}{k7}$	—	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{js7}$ $\frac{D9}{js7}$ $\frac{D9}{k7}$

Примечания.
 1. Кроме указанных посадок, допускаются и другие (см. ГОСТ 1139-80*).
 2. Посадки, заключенные в рамку, являются предпочтительными.

3. Указать посадку на чертеже.



$D-8x32x38H7/js6x6F8/f7$

Варианты заданий

Центрирование вала по наружному диаметру D Центрирование втулки по боковым сторонам зубьев b

№ варианта	Наружный диаметр вала D , число зубьев z , серия средняя, соединение неподвижное	№ варианта	Наружный диаметр вала D , число зубьев z , серия тяжелая, соединение неподвижное	№ варианта	Наружный диаметр вала D , число зубьев z , серия легкая, соединение подвижное	№ варианта	Наружный диаметр вала D , число зубьев z , серия средняя, соединение подвижное
1	$D = 14\text{мм}$ $z = 6$	9	$D = 20\text{мм}$ $z = 10$	17	$D = 26\text{мм}$ $z = 6$	25	$D = 32\text{мм}$ $z = 6$
2	$D = 92\text{мм}$ $z = 10$	10	$D = 92\text{мм}$ $z = 20$	18	$D = 88\text{мм}$ $z = 10$	26	$D = 65\text{мм}$ $z = 8$
3	$D = 16\text{мм}$ $z = 6$	11	$D = 23\text{мм}$ $z = 10$	19	$D = 30\text{мм}$ $z = 6$	27	$D = 42\text{мм}$ $z = 8$
4	$D = 102\text{мм}$ $z = 10$	12	$D = 82\text{мм}$ $z = 16$	20	$D = 78\text{мм}$ $z = 10$	28	$D = 48\text{мм}$ $z = 8$
5	$D = 20\text{мм}$ $z = 6$	13	$D = 26\text{мм}$ $z = 10$	21	$D = 32\text{мм}$ $z = 6$	29	$D = 54\text{мм}$ $z = 8$
6	$D = 65\text{мм}$ $z = 8$	14	$D = 72\text{мм}$ $z = 16$	22	$D = 68\text{мм}$ $z = 8$	30	$D = 60\text{мм}$ $z = 8$
7	$D = 22\text{мм}$ $z = 6$	15	$D = 29\text{мм}$ $z = 10$	23	$D = 36\text{мм}$ $z = 8$	31	$D = 72\text{мм}$ $z = 8$
8	$D = 54\text{мм}$ $z = 8$	16	$D = 65\text{мм}$ $z = 16$	24	$D = 62\text{мм}$ $z = 8$	32	$D = 82\text{мм}$ $z = 10$

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений**Практическое занятие № 5****Посадки резьбовых соединений. Обозначение на чертеже****Цель работы:** научиться подбирать посадки для резьбовых соединений.**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

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

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

1. подобрать по заданным значениям допуски для резьбового соединения (таблица 17).

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:

Общие 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.

Основные параметры крепежных цилиндрических метрических резьб

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;

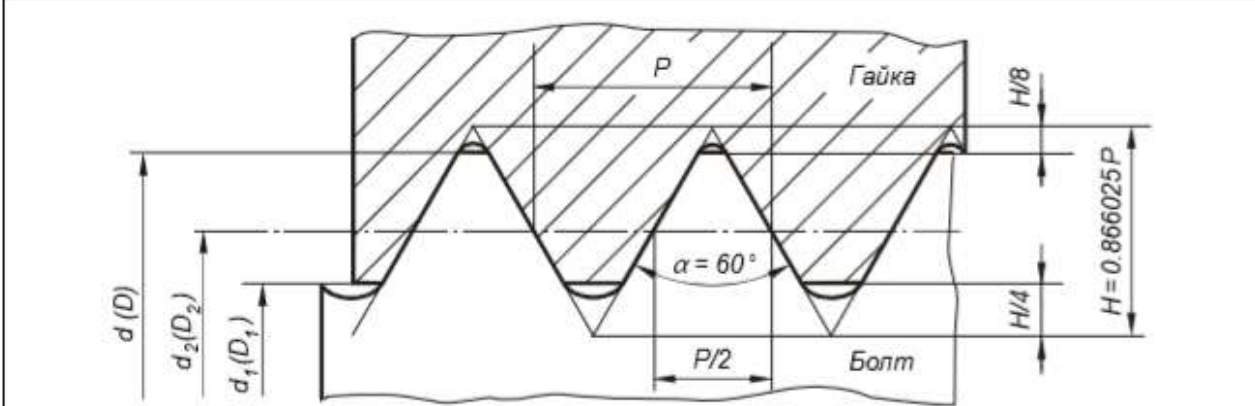
d_1 (D_1) – внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;

P – шаг резьбы;

α – угол профиля резьбы, для метрических резьб $\alpha = 60^\circ$.

Значения основных параметров метрических резьб по ГОСТ 9150-81.

Таблица 15



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
		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		15.026	14.386
			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		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
	80	78.051	76.752	
3.5	30		27.727	26.211
	33		30.727	29.211
4	36		33.402	31.670
		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 16.

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.

Поля допусков основного отбора метрической резьбы для посадок с зазором по ГОСТ 16093-81

Таблица 16

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

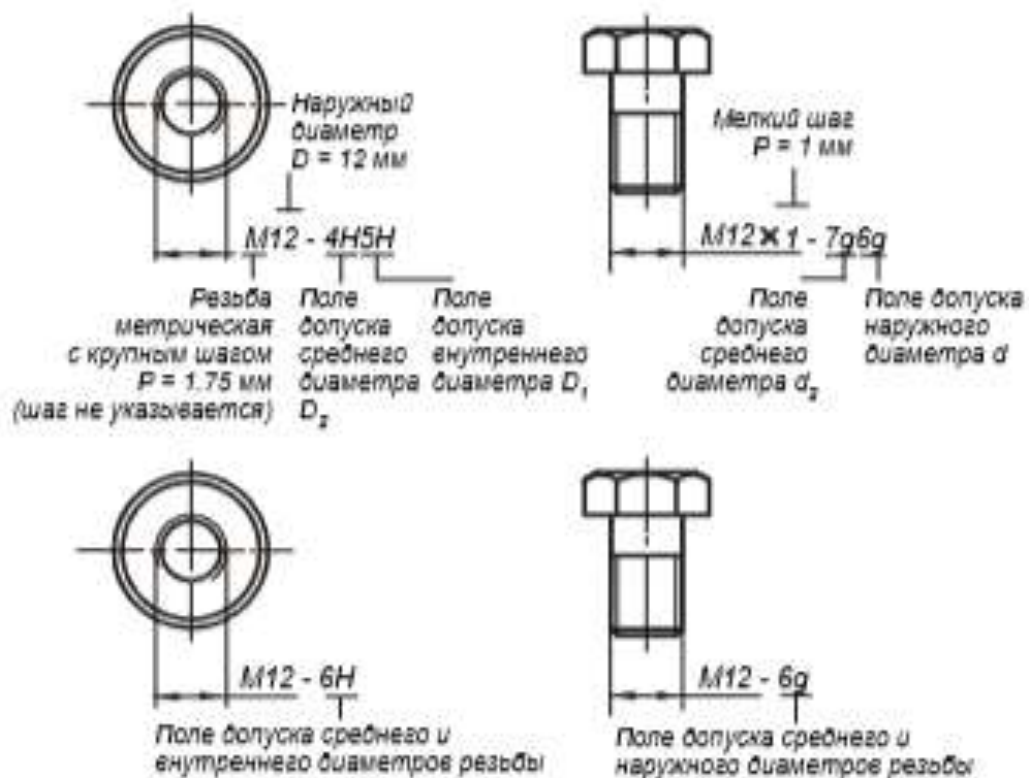
Примечания.

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.

Примеры обозначения посадок метрических резьб приведены на рисунке.

Если обозначение поля допуска наружного диаметра у болта или внутреннего диаметра у гайки совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, его в обозначении не приводят.

Пример условного обозначения резьбового сопряжения с левой резьбой и мелким шагом $P = 1$ мм: $M12 \times 1LH - 6H/6g$.



Варианты

Таблица 17

вариант	диаметр наружный, d	шаг крупный, P	шаг мелкий, P	длина свинчивания	класс точности
1	10	-	1	S	средний
2	8	1,25	-	N	грубый
3	12	-	1,5	L	точный
4	10	1,5	-	S	грубый
5	14	-	1,5	N	точный
6	12	1,75	-	L	средний
7	14	2	-	S	точный
8	18	-	2	N	средний
9	16	2	-	L	грубый
10	20	-	2	S	средний
11	18	2,5	-	N	грубый
12	30	-	3	L	точный
13	20	2,5	-	S	грубый
14	36	-	3	N	точный
15	22	2,5	-	L	средний
16	42	-	3	S	точный
17	24	3	-	N	средний

18	48	-	3	L	грубый
19	27	3	-	S	средний
20	56	-	3	N	грубый
21	30	3,5	-	S	точный
22	64	-	3	N	грубый
23	33	3,5	-	L	точный
24	64	-	4	S	средний
25	36	4	-	N	грубый
26	72	-	4	L	точный
27	42	4,5	-	S	грубый
28	80	-	4	N	точный
29	48	5	-	L	средний
30	90	-	4	S	точный

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.3 Допуски посадки типовых соединений

Практическое занятие № 6

Посадки под подшипники. Обозначение на чертеже

Цель работы: Научиться обозначать посадки под подшипники.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

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

Задание:

1. Расшифровать обозначения подшипника и подобрать посадки.

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту в таблице 21 расшифровать обозначение подшипника.
2. Назначить посадки на кольца подшипника по таблице 20.
3. Проставить размеры.

Ход работы:

Общие 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 18.

Классы точности подшипников

Таблица 18

Тип подшипника качения	Класс точности						
	0	6X	6	5	4	2	Т
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 – Т, 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. 2.14 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.

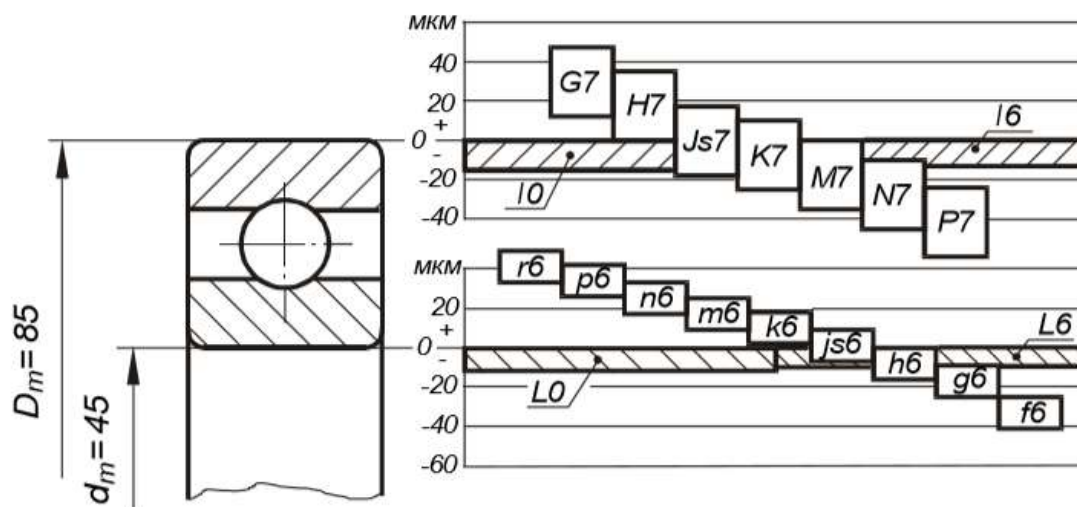
205, где 205 – номер подшипника; 0 – класс точности (в обозначении 0 класс не указывают).

Таблица 19

Категория	Класс точности									Дополнительные требования
	8	7	0	6X	6	5	4	2	Т	
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 диаметров колец, равных $D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$ и $d_m = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$, 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 – 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.

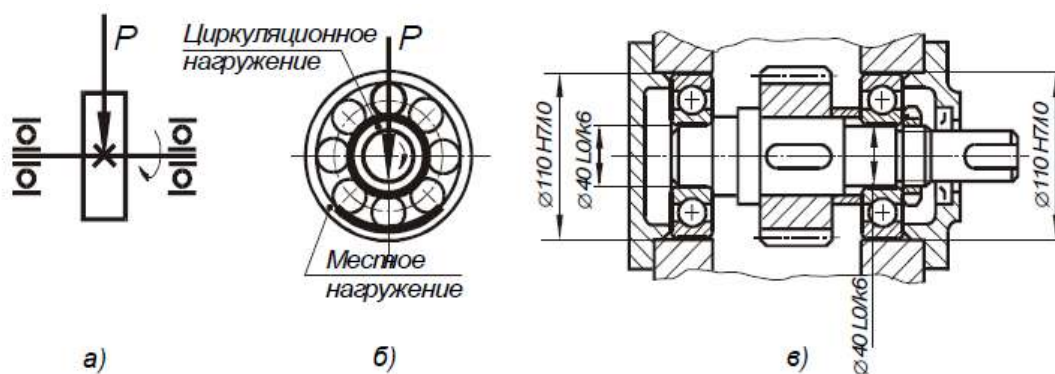
Первая типовая схема. Внутренние кольца подшипников вращаются вместе с валом, наружные кольца, установленные в корпусе, неподвижны. Радиальная нагрузка P постоянна по величине и не меняет своего положения относительно корпуса.

В этом случае внутреннее кольцо воспринимает радиальную нагрузку P последовательно всей окружности 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.

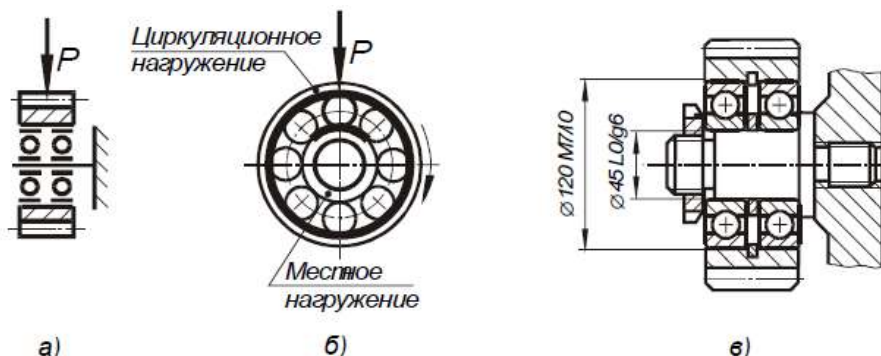
Рекомендуемые посадки для подшипников классов точности 0 и 6 приведены в таблице.



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 окружности 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.

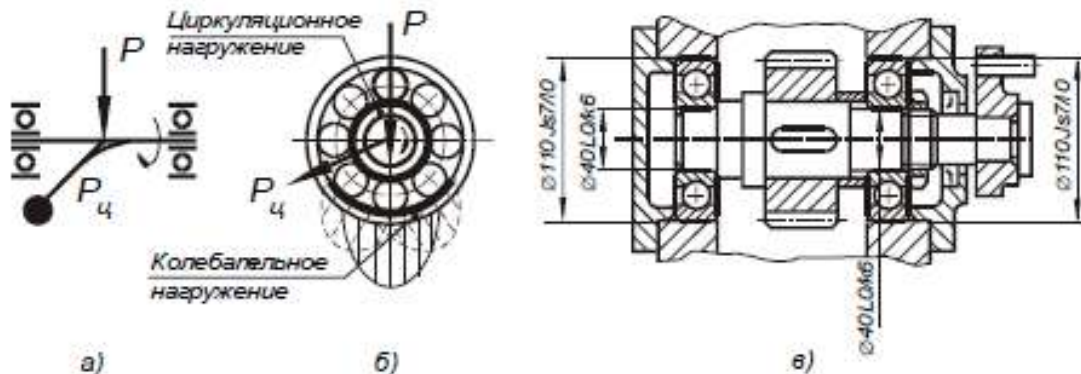


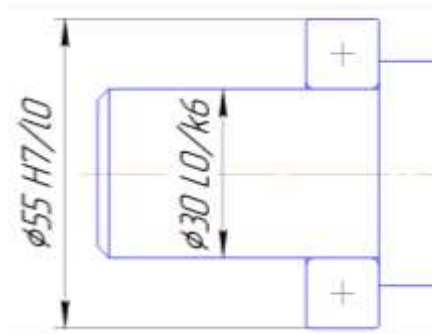
Таблица 20

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	$\frac{Js7}{l0}$, $\frac{Js7}{l6}$
<p>Примечания.</p> <p>1. Поля допусков, заключенные в рамки, рекомендуются при осевой регулировке колец радиально-упорных подшипников.</p> <p>2. При регулируемом наружном кольце с циркуляционным нагружением радиально-упорных подшипников рекомендуются посадки $\frac{Js7}{l0}$, $\frac{Js7}{l6}$.</p> <p>3. Таблица дана в сокращении.</p>		

№ варианта	Вид нагружения	Обозначение подшипника
1	циркуляционное	A216-100
2	местное	B324-104
3	колебательное	2-106
4	циркуляционное	A43T-108
5	местное	B540-110
6	колебательное	6X-112
7	циркуляционное	A766-114
8	местное	B875-118
9	колебательное	4-120
10	циркуляционное	A192-200
11	местное	B20T-202
12	колебательное	204
13	циркуляционное	A316X-208
14	местное	B426-210
15	колебательное	5-212
16	циркуляционное	A674-214
17	местное	B752-216
18	колебательное	T-218
19	циркуляционное	A86T-220
20	местное	B535-300
21	колебательное	302
22	циркуляционное	A644-304

Пример:

- по таблице 21 выбрать свой вариант B752-306:
категория – В
момент трения – 7
радиальный зазор – 5
класс точности – 2
номер – 306
диаметр d – 30мм
диаметр D – 72мм
ширина B – 11мм.
- Вид нагружения местный, по таблице 20 назначаем посадки на внутренне кольцо L0/k6, на наружное H7/l0.
- Проставить размеры.

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.4 Допуски формы и расположения поверхностей

Практическое занятие № 7

Расчет допуска формы и расположения поверхности детали под поверхность подшипника качения

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

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

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

Задание:

1. Указать на чертеже значение допусков формы и расположения.

Порядок выполнения работы:

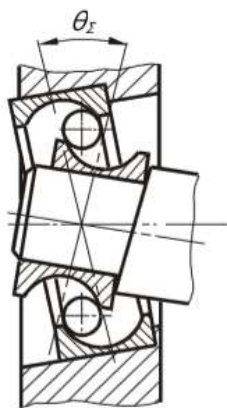
2. Подобрать размеры подшипника;
3. Назначит допуск торцевого биения;
4. Назначить допуск перпендикулярности;
5. Указать значения допусков на чертеже.

Ход работы:

В настоящее время подшипники качения являются основным видом опор в машинах. В этой связи особое значение приобретает оптимальный выбор допусков расположения поверхностей, предназначенных для установки подшипников качения.

Взаимный перекос внутреннего и наружного колец подшипников вызывает появление дополнительного сопротивления вращению вала. Чем больше этот перекос, тем больше потери энергии и меньше срок службы подшипников.

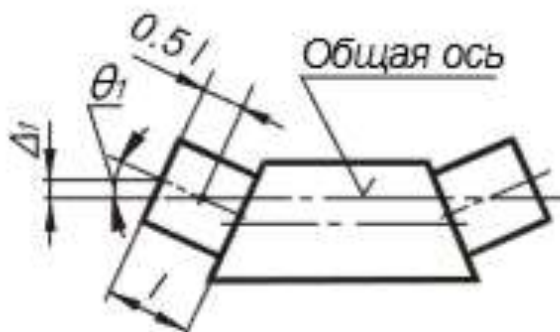
Суммарный угол взаимного перекоса колец подшипника в общем случае состоит из ряда углов, вызванных отклонениями расположения базовых элементов деталей:



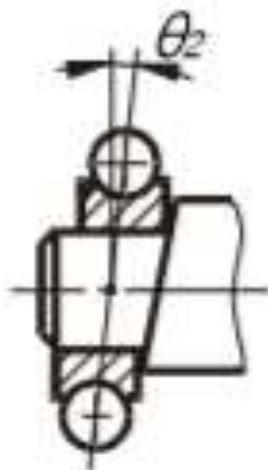
$$\theta_{\Sigma} = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 + \theta_5,$$

где θ_{Σ} – суммарный допустимый угол взаимного перекоса колец подшипников качения, рекомендуемые значения угла, установленные ГОСТ 3325-85.

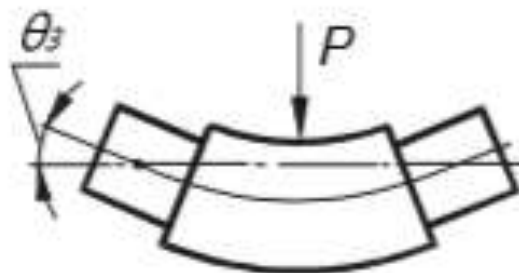
θ_1 – угол, вызванный отклонением от соосности посадочной поверхности вала относительно общей оси;



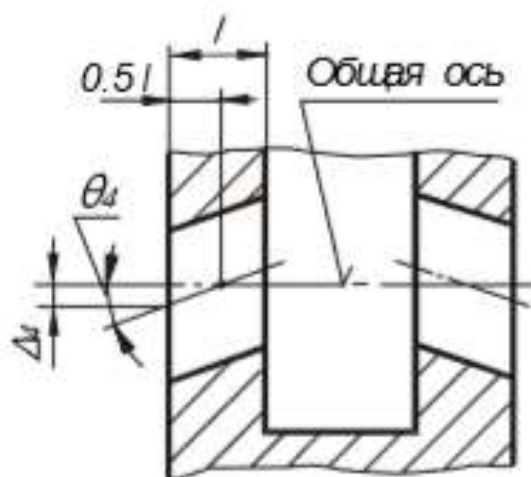
θ_2 – угол, вызванный отклонением от перпендикулярности базового торца вала или деталей, установленных на нем, относительно общей оси посадочных поверхностей вала; допустимые значения угла и соответствующие ему торцовые биения, установленные ГОСТ 3325-85, приведены в таблице ;



θ_3 – угол прогиба линии вала под действием нагрузки; значение угла рассчитывается по соответствующим формулам;



θ_4 – угол, вызванный отклонением от соосности посадочной поверхности отверстия относительно общей оси отверстий;



θ_4 – угол, вызванный отклонением от перпендикулярности базового торца корпуса относительно общей оси; допускаемые значения угла и соответствующие ему торцовые биения, установленные ГОСТ 3325-85, приведены в таблице.



Таблица 22

Тип подшипника	Допускаемый угол перекоса θ_r
Радиальные однорядные шариковые	8'
Радиально-упорные шариковые	6'
Радиальные с цилиндрическими роликами с модифицированным контактом	6'
Радиально-упорные конические с модифицированным контактом на наружном кольце	8'
Радиально-упорные конические с небольшим модифицированным контактом	4'

В общем случае синтез погрешностей должен проводиться, безусловно, с учетом вероятности возникновения причин, вызывающих перекосы у колец подшипника качения. Но сложение всех углов вероятностным методом не оправдано, так как при вращении вала перекося внутреннего кольца подшипника в результате отклонения от соосности шеек вала в

каждый момент времени может как складываться с остальными погрешностями, так и вычитаться. Поэтому в учебных целях будем рассматривать самые неблагоприятные расположения погрешностей, когда суммарный угол перекоса равен сумме составляющих погрешностей.

Зная допустимый суммарный перекося θ_{Σ} и ряд составляющих его частей, можно найти долю перекося, приходящуюся на отклонения, например, от соосности поверхностей вала θ_1 и корпуса θ_4 :

$$\theta_1 = \theta_4 = \frac{(\theta_{\Sigma} \cdot (\theta_2 \cdot \theta_3 \cdot \theta_4))}{2}$$

Между углами перекося колец подшипника и соответствующими предельными отклонениями у деталей существует определенная зависимость. Например, отклонения от соосности рассчитывают на основании геометрических построений:

для вала $\Delta_1 = 0.5 \cdot l \cdot \theta_1$, мм

для отверстий в корпусе $\Delta_4 = 0.5 \cdot l \cdot \theta_4$, мм

где θ_1 и θ_4 – углы, вызванные отклонением от соосности, рад;

l – длины посадочных поверхностей, мм.

Связь между торцовыми биениями и вызываемыми ими углами перекося θ_2 и θ_5 более сложная, поэтому эти значения рассчитаны по рекомендациям таблица 23.

Таблица 23

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

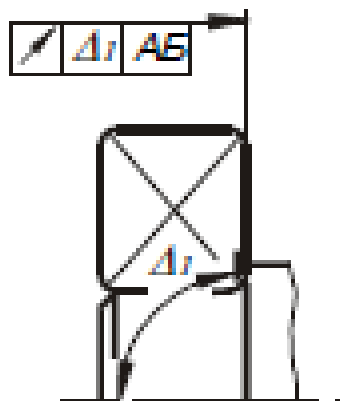
Таблица 24

Интервал номинальных диаметров отверстий в корпусах D , мм	Допуск торцового биения заплечика корпуса, не более			
	Класс точности подшипника			
	0		6	
	Биение Δ_T , мкм	Угол θ_5	Биение Δ_T , мкм	Угол θ_5
Свыше 30 до 50	39	1,50'	25	1,10'
Свыше 50 до 80	46		30	
Свыше 80 до 120	54	1,10'	35	0,50'
Свыше 120 до 180	63	0,90'	40	0,45'
Свыше 180 до 250	72	0,85'	46	0,40'

Рассмотрим подробнее причины, вызывающие появление углов перекоса θ_2 и θ_5 . Для определения допусков взаимного расположения, влияющих на эти параметры, необходимо рассмотреть различные крепления подшипников в корпусе и на валу.

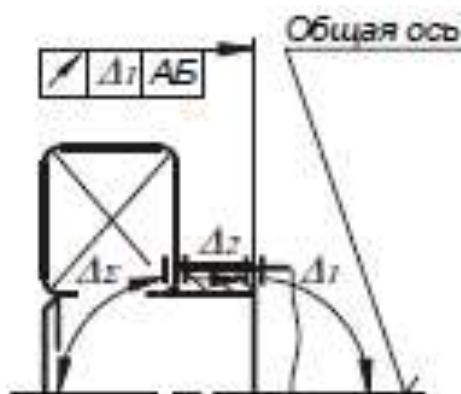
При анализе разного вида креплений подшипников на валу можно выделить три наиболее характерные схемы.

Схема 1. На точность положения внутреннего кольца подшипника влияет только торцовое биение заплечиков вала, следовательно, допуск на отклонение берется непосредственно из таблицы 23.



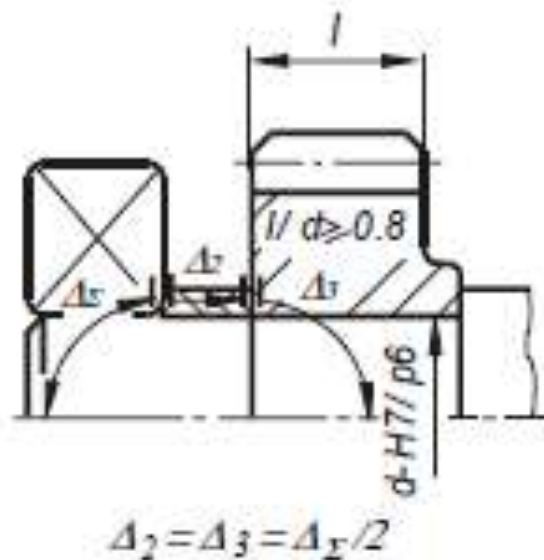
$$\Delta_1 = \Delta_{\text{г}}$$

Схема 2. На точность положения кольца подшипника влияют отклонения от параллельности торцов втулки и торцовое биение заплечиков вала. В этом случае табличное значение делится на две части, одна из которых относится к отклонению от параллельности торцов втулки, а другая - к торцовому биению заплечиков вала.



$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_{\text{г}}/2$$

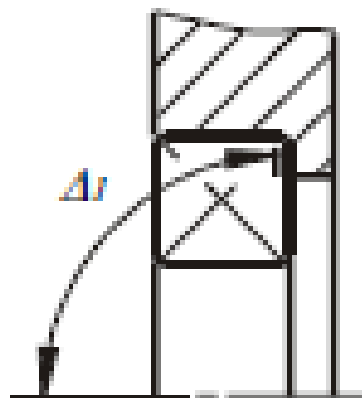
Схема 3. Зубчатое колесо сопрягается с валом по одной из посадок с натягом и $l/d \geq 0.8$. В этом случае основной базой является цилиндрическая посадочная поверхность колеса, а перекос подшипника вызывается отклонением от параллельности торцов втулки и биением торца колеса относительно оси посадочного отверстия.



Если $l / d < 0.8$ или зубчатое колесо сопрягается с валом по переходной посадке, на положение кольца подшипника будут влиять отклонения от параллельности торцов втулки и колеса, а также торцовое биение заплечиков вала. Отклонения каждой из деталей будут составлять одну треть табличной величины.

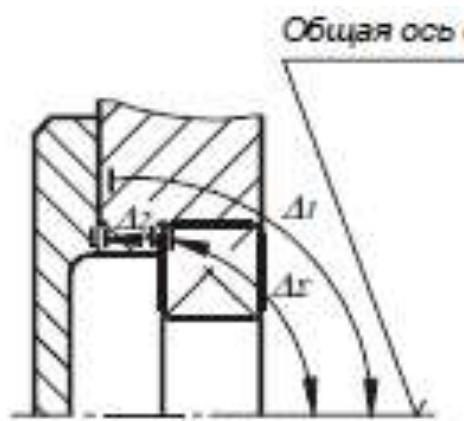
При креплении подшипника в корпусе наиболее характерными с точки зрения влияния на точность его позиционирования являются три схемы.

Схема 1. На точность положения наружного кольца подшипника влияет только отклонение от перпендикулярности заплечиков корпуса. Допуск на торцовое биение берется из таблицы 24.



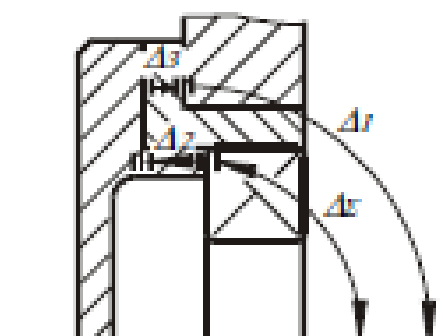
$$\Delta_1 = \Delta_x$$

Схема 2. 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.



$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_r / 2$$

Схема 3. 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.



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

На качестве работы подшипников сказываются отклонения формы дорожек качения колец, которые копируют неровности посадочных поверхностей вала и корпуса. С целью ограничения этого влияния стандартом устанавливаются жесткие требования к цилиндричности посадочных поверхностей вала и корпуса.

Для подшипников классов точности 0 и 6 допуск круглости и допуск профиля продольного сечения не должен превышать $IT/4$, где IT - допуск размера посадочной поверхности вала или отверстия.

Таблица 25

Задание.

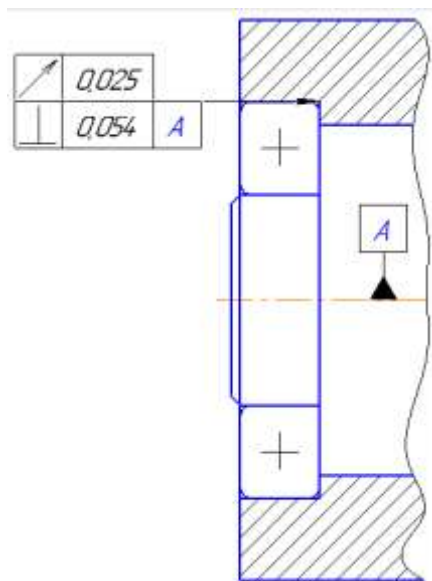
В соединении участвуют вал, подшипник и корпус вала. (Схема 1)

Вариант №	Тип подшипника	Класс точности	Диаметр вала, мм
1	радиальный шариковый однорядный	0	30
2	радиально-упорный шариковый	6	20
3	радиальный с цилиндрическими роликами	0	35
4	радиально-упорный шариковый	6	95

Вариант №	Тип подшипника	Класс точности	Диаметр вала, мм
5	радиальный шариковый однорядный	0	50
6	радиально-упорный шариковый	6	25
7	радиальный с цилиндрическими роликами	0	40
8	радиальный с цилиндрическими роликами	6	100
9	радиальный шариковый однорядный	0	70
10	радиально-упорный шариковый	6	30
11	радиальный с цилиндрическими роликами	0	45
12	радиальный шариковый однорядный	6	90
13	радиальный шариковый однорядный	0	90
14	радиально-упорный шариковый	6	35
15	радиальный с цилиндрическими роликами	0	50
16	радиально-упорный шариковый	6	85
17	радиальный шариковый однорядный	0	40
18	радиально-упорный шариковый	6	40
19	радиальный с цилиндрическими роликами	0	55
20	радиальный с цилиндрическими роликами	6	60
21	радиальный шариковый однорядный	0	60
22	радиально-упорный шариковый	6	50

Пример:

1. По диаметру 45 мм пробираем 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.



Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.5 Шероховатость поверхности

Лабораторная работа №1 Определение параметров шероховатости поверхности

Цель работы: 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: оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;

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

Задание:

1. Определить основные параметры шероховатость.

Порядок выполнения работы:

2. Рассчитать основные параметры шероховатости;
3. Проверить полученные значения с заданными в задании;
4. Выполнить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

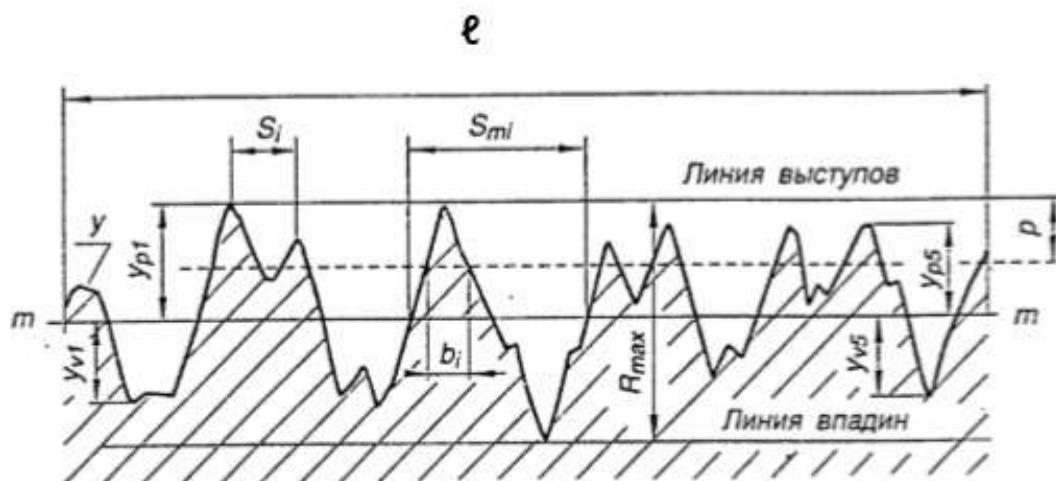
Шероховатость поверхности и ее влияние на работу деталей машин.

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.

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

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

$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \text{ мкм – в случае ручной обработки профилограммы,}$$

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 12,5 мм.

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.

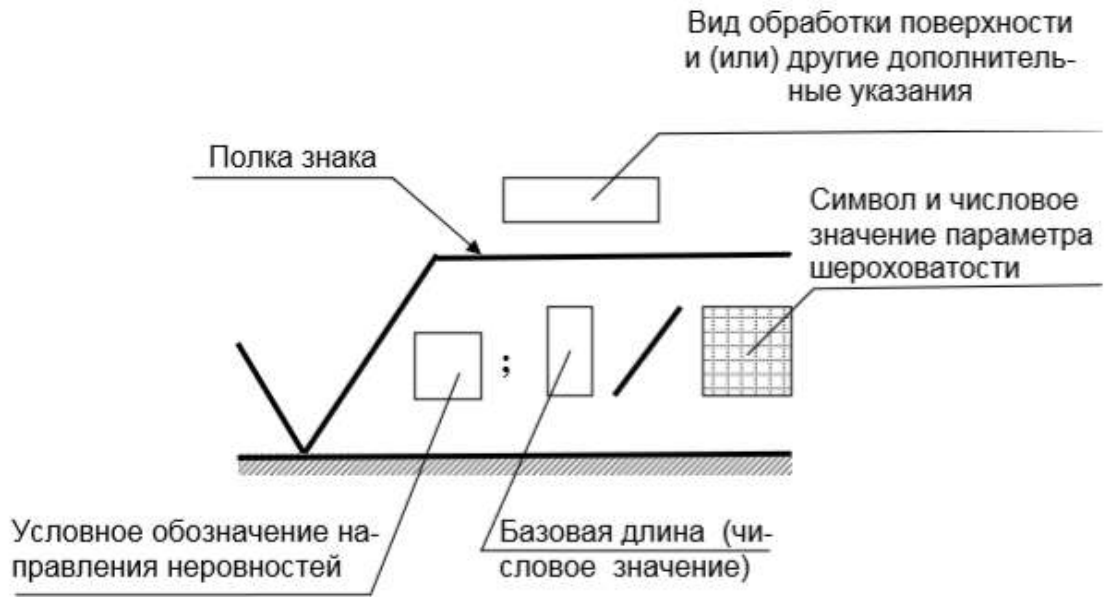
t_p – отношение опорной длины профиля к базовой длине:

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

где $\eta_p = \sum_{i=1}^n b_i$ – опорная длина профиля есть сумма длин отрезков b_i в пределах базовой длины, отсекаемых на заданном уровне p в материале профиля линией, проведенной эквидистантно средней линии.

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

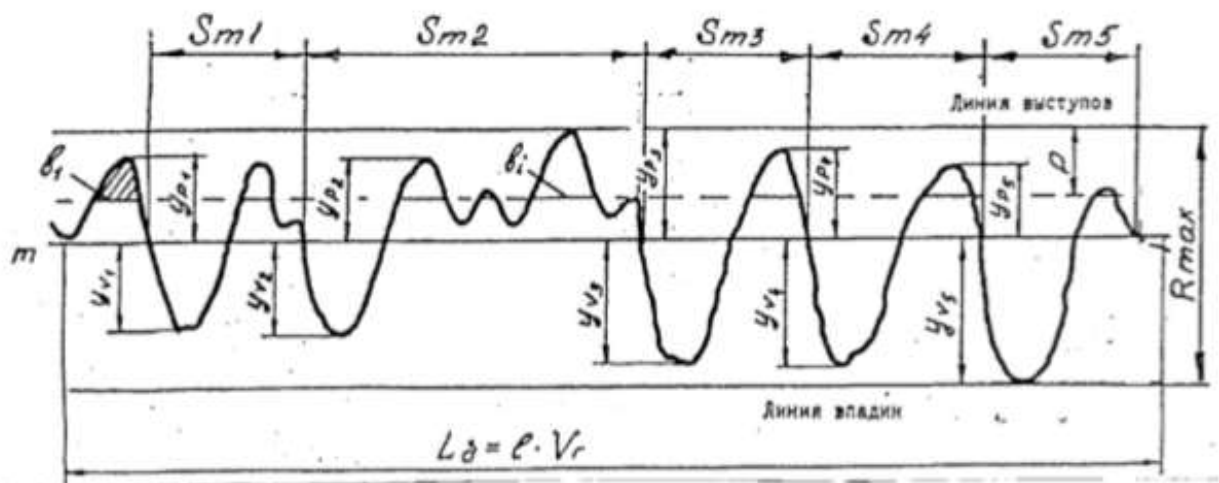
Значение уровня сечения профиля p выбирают из ряда: 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90% от R_{max} . Значение относительной опорной длины профиля выбирают из ряда: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90%.



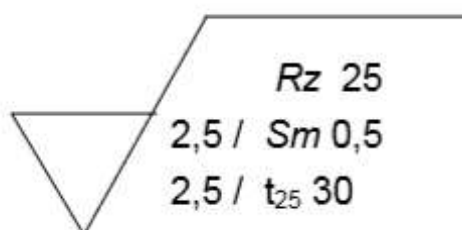
Пример выполнения задания по определению параметров шероховатости поверхности при ручной обработке профилограммы

На выданной профилограмме определить параметры шероховатости R_{max} , R_z , S_m , t_r .

Профилограмма записана с вертикальным увеличением профилографа $V_v = 2000$ и горизонтальным увеличением $V_h = 100$.



Для обработки профилограммы задаются значения базовой длины $l = 2,5$ мм и уровня сечения профиля $\rho = 25\%$. Параметры шероховатости, полученные по профилограмме, сравнить с заданными



Определение параметров шероховатости производится в следующей последовательности:

1. Определить длину базового участка по формуле
 $L_b = \ell \cdot V_\Gamma = 2,5 \cdot 100 = 250$ мм,
 выделить длину базового участка на профилограмме.
2. Провести среднюю линию приближенным способом.
3. Провести линию выступов и линию впадин, определить параметр R_{max} .
4. Определить параметр шероховатости R_z .

Для этого отмерить от средней линии значения пяти наибольших выступов профиля y_{pi} и пяти наибольших впадин y_{vi} на длине базового участка, результаты измерений занести в соответствующую таблицу.

Таблица

Измеренные расстояния, мм									
y_{pi}					y_{vi}				
23	17	23	19	15	18	20	25	26	30

значение параметра R_z рассчитать по формуле

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5} \cdot 10^3$$

$$R_z = \frac{(23+17+23+19+15)+(18+20+25+26+30)}{5 \cdot 2000} \cdot 10^3 = 0,0216 = 21,6 \text{ мкм}$$

Действительное значение R_z сравнить с заданным, дать заключение о годности поверхности по данному параметру. Так как $R_z \text{ изм.} 21,6 < R_z$, поверхность по параметру R_z следует считать годной.

5. Определение среднего шага неровностей S_m . Для этого измерить расстояния $S_{m1}, S_{m2}, S_{m3} \dots S_{mi}$ в мм на длине базового участка, результаты измерений занести в таблицу

Таблица

Измеренные расстояния S_m , в мм					
Число шагов	1	2	3	4	5
S_m , мм	34	75	38	38	36

значение параметра S_m рассчитать по формуле

$$S_m = \frac{1}{V_\Gamma \cdot r} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

$$S_m = \frac{34 + 75 + 38 + 38 + 36}{100 \cdot 5} = 0,442 \text{ мм}$$

Действительное значение S_m сравнить с заданным, дать заключение о годности поверхности по заданному параметру. Так как S_m изм. $0,442 < S_m$ зад. $0,5$, поверхность по параметру S_m следует считать годной.

6. Определение относительной опорной длины профиля t_p . Для этого:

- определить значение заданного уровня сечения профиля:

т.к. $p = 25\%$ от R_{max} , то при $R_{max} = 45$ мм $p = 25 \cdot 45 / 100 = 11,25$ мм;

- отложить от линии выступов вниз величину $p = 11,25$ мм и провести линию, параллельную средней линии профиля;

- на этой линии измерить отрезки b_i , попавшие внутрь выступов, результаты измерений занести в таблицу;

Таблица

Измеренные отрезки b_i , мм							
Число отрезков	1	2	3	4	5	6	7
b_i , мм	10	6	10	15	11	11	5

- значение параметра t_p определить по формуле

$$t_p = \frac{1}{V_{\Gamma} \cdot l} \sum_{i=1}^n b_i \cdot 100\%$$

$$t_p = \frac{10 + 6 + 10 + 15 + 11 + 5}{25 \cdot 100} \cdot 100\% = \frac{68}{250} \cdot 100\% = 27\%$$

Действительное значение t_p сравнить с заданным и дать заключение о годности поверхности по данному параметру.

Т.к. t_{p30} зад. $> t_{p27}$ изм., условие годности не выполнено, поверхность по параметру t_p следует считать негодной.

Таблица 1

Числовые значения параметров шероховатости R_a , R_z , R_{max} , S_m , S для простановки на чертежах должны выбираться из таблицы 1, независимо от размерности параметра

	1000	100	10	1	0.100	0.010
	800	80	8	0.8	0.080	0.008
	630	63	6,3	0.63	0.063	0,006
	500	50	5	0.5	0.050	0,005
	400	40	4	0.4	0.040	0,004
	320	32	3.2	0.32	0.032	0.003
	250	25	2.5	0.25	0.025	0.002
	200	20	2	0.2	0.020	
1600	160	16	1.6	0.16	0.016	
1250	125	12,5	1.25	0.125	0.0125	

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%.

Таблица 2 Соотношение параметров R_a , R_z , R_{max} и базовой длины

R_a , мкм	R_z, R_{max} , мкм	l , мм
До 0.025	До 0.10	0.08
Свыше 0.025 до 0.4	Свыше 0.10 до 1.6	0.25
Свыше 0.4 до 3.2	Свыше 1.6 до 12.5	0.8
Свыше 3.2 до 12.5	Свыше 12.5 до 50	2.5
Свыше 12.5 до 100	Свыше 50 до 400	8.0

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Тема 1.5 Шероховатость поверхности

Лабораторная работа №2

Контроль размеров деталей штангенинструментами. Обозначение на чертеже

Цель работы: Научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

-оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;

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

Задание:

1. Определить размеры детали с помощью штангенциркуля.
2. Выполнить эскиз детали.

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

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.

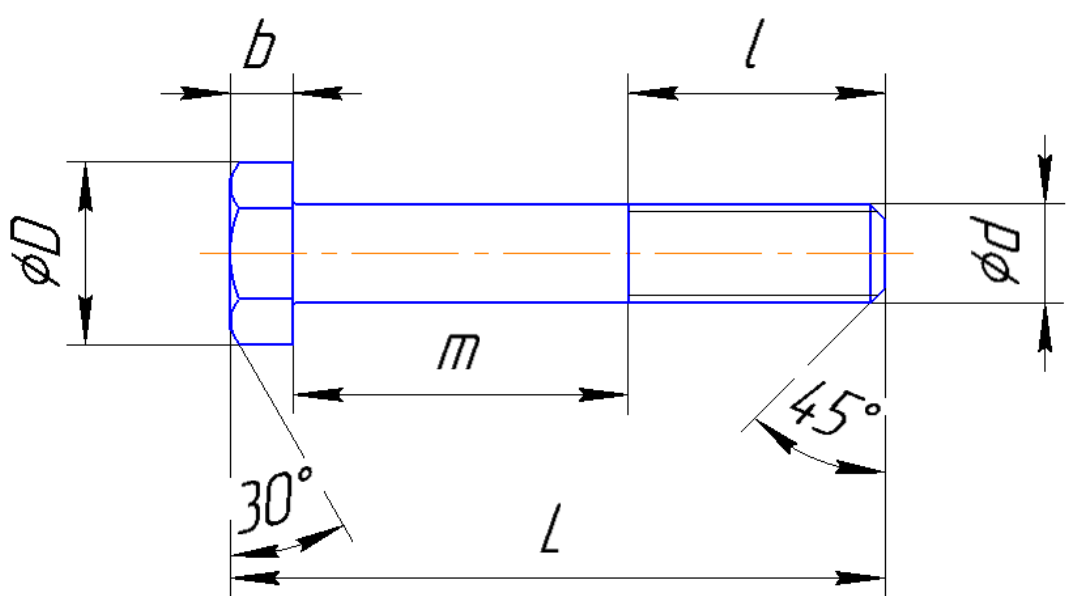
Главным нормативным актом по обеспечению единства измерений является Закон РФ. Он направлен на защиту прав и законных интересов граждан, экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

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

1. 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.

2. С полученной детали снять размеры.

3. Выполнить эскиз детали с указанием размеров.



Форма предоставления результата
Отчет о проделанной работе.