

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ



ПОБЕДИТЕЛЬ КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВУЗОВ

А.В.Кудрявцев, Л.Г.Муханин, Ю.В.Федоров

«Основы взаимозаменяемости»

Часть 2

Допуски и посадки типовых элементов деталей



Санкт-Петербург
2009

Кудрявцев А.В., Муханин Л.Г., Федоров Ю.В. Методическое пособие к выполнению практических работ по дисциплине «Основы взаимозаменяемости» для студентов по направлениям 200100 «Приборостроение», 220401 «Мехатроника» Часть 2 – Допуски и посадки типовых соединений гладких элементов деталей. – СПб: СПб ГУИТМО, 2009. 31 с.

Методическое пособие содержит указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы взаимозаменяемости» предназначено для студентов направлений 200100 «Приборостроение», 220401 «Мехатроника». Настоящее пособие направлено на выполнение комплексных работ по теме «Допуски и посадки типовых соединений гладких элементов деталей»; содержат справочный материал по основам выполнения рабочих чертежей деталей.

Ключевые слова: взаимозаменяемость, допуски и посадки, посадки с зазором, посадки переходные, посадки с натягом, нормальные линейные размеры, номинальные размеры.

Рекомендовано к печати ученым советом факультета ТМиТ протокол №1. от 31.08 2009 года.



СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007-2008 годы и успешно реализовал инновационную образовательную программу «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий», что позволило выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворять возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях науки. Реализация этой программы создала основу формирования программы дальнейшего развития вуза до 2015 года, включая внедрение современной модели образования.

©Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2009

© А.В. Кудрявцев,
Л.Г. Муханин,
Ю.В. Федоров
2009

№ п/п	СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
1.	Общие положения	4
	Цели и задачи практических работ	4
	Требования к уровню подготовки студентов	4
	Требования к учебно-методическому обеспечению	4
2.	Лабораторный практикум	4
	Общие положения	5
	Порядок работы	6
	Варианты заданий	7
	Примеры выполнения задания по типам соединений: штифтовые, шпоночные и соединения подшипников качения.	7
	Отчет по работе	9
	Контрольные вопросы	9
3.	Допуски и посадки типовых соединений. Отклонения.	10
	Термины и определения	
	Штифтовые соединения	10
	Шпоночные соединения	11
	Шлицевые соединения	13
	Резьба метрическая	14
	Соединения с подшипниками качения	16
	Принятые сокращения	20
	Литература	20
	Приложение 1. Основные типы штифтов, шплинтов и шпонок	21
	Приложение 2. Точностные характеристики подшипников	23
	Приложение 3. Предельные отклонения, отверстий и валов (по ГОСТ 25347-82)	27

1. Общие положения

Цели и задачи практических работ

В результате выполнения работ студент должен *знать*:

- принципы стандартизации;
- методику расчета точности типовых соединений гладких элементов деталей;
- основы выполнения рабочих чертежей деталей;

уметь:

- применять основные методы расчета точности типовых соединений гладких элементов деталей размерами до 500 мм;
- выполнять графические изображения деталей с указанием их размеров, допусков и посадок и других технических требований.
- использовать кодификаторы, рубрикаторы, указатели и др. информационные источники, используемые в поисковых системах стандартизации.

Требования к уровню подготовки студентов

Для успешного выполнения практических работ студентам необходимо *знать*:

- принципы задания уровня точности типовых соединений гладких элементов деталей;
- положения общей технологии в области приборостроения;
- основные производственные и технологические факторы, оказывающие влияние на качество изделий и т. д.

Требования к учебно-методическому обеспечению

В период подготовки и выполнения практических занятий студенту необходимо иметь:

- соответствующий раздел курса лекций по дисциплине «Основы взаимозаменяемости»;
- настоящие методические указания;
- копии стандартов, содержащие основные термины, определения и другие данные по выбору и обоснованию предельных размеров, предельных отклонений, допусков и посадок гладких соединений.

2. Лабораторный практикум

Тема: Расчет точности типовых соединений гладких элементов деталей.

Цель работы: Изучение методики определения зазоров, натягов, допусков и посадок типовых соединений гладких элементов деталей.

Общие положения

К типовым соединениям относят конические, резьбовые, штифтовые, шлицевые, шпоночные соединения и соединения с применением подшипников качения.

Допуски и посадки типовых соединений гладких элементов деталей осуществляются согласно рекомендациям, закрепленным в государственных стандартах, разработанных исходя из условий работы и эмпирических данных.

Штифтовые соединения

Различают крепежное и установочное штифтовые соединения. Для жесткого неподвижного соединения деталей в зависимости от длины соединения и характера нагрузки применяют крепежное штифтовое соединение по одной из посадок H7/m6, Js7/m6, K7/m6 (рис. 1).

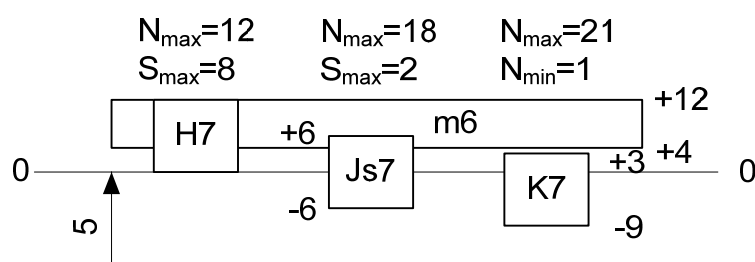


Рис.1. Поля допусков крепежного штифтового соединения

Для сохранения точного взаимного расположения деталей при повторных сборках применяются установочные штифтовые соединения, обеспечивающие легкий съем одной из деталей со штифтов. Рекомендуемые посадки в зависимости от габаритов и характера нагрузки H7/m6, G7/m6 или F7/m6 (рис.2).

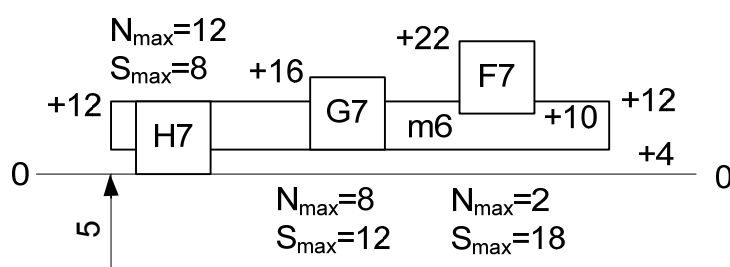


Рис.2. Поля допусков установочного штифтового соединения

Шпоночные соединения Соединения вала с различными деталями типа втулки (диски, ролики, муфты, шкивы, зубчатые колеса и т.д.) при помощи шпонки, которая одновременно входит в пазы вала и втулки, называются шпоночными.

Различают три вида соединения призматических шпонок с пазами вала и втулки: свободное, нормальное и плотное (рис. 3).

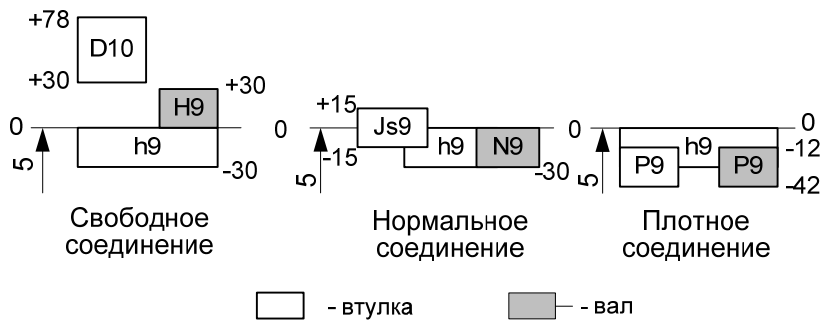


Рис. 3. Поля допусков шпоночного соединения

Соединения с подшипниками качения

Подшипники качения состоят из наружного и внутреннего колец, между которыми расположены тела качения (шарики или ролики), заключенные в сепараторе

Подшипники качения обладают по присоединительным поверхностям полной взаимозаменяемостью, позволяющей быстро установить или заменить изношенные подшипники новыми.

Поля допусков присоединительных размеров подшипника расположены одинаково: верхние границы совпадают с нулевыми линиями, а сами поля допусков направлены (расположены) в «минус» от линии номинальных размеров (рис.4).

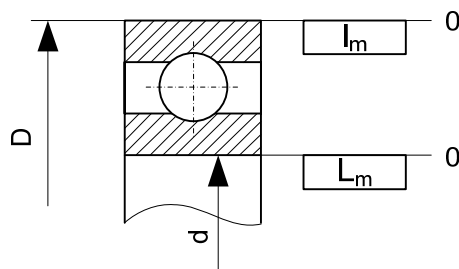


Рис. 4. Поля допусков присоединительных размеров подшипника

Порядок работы:

1. Ознакомиться с общими положениями настоящих методических указаний, содержанием стандартов.

2. По данным вариантов работ (данные таблицы 1) представить графическое изображение расположения полей допусков типовых соединений гладких элементов деталей с указанием всех предельных отклонений.

Поля допусков валов и отверстий, а также значения предельных отклонений представлены в таблицах ГОСТ.

3. Для всех образованных посадок определить величины допусков, максимальные и минимальные зазоры и натяги.

Варианты заданий

Таблица 1

Тип соединения		Обозн.
Штифтовое соединение		А
Тип соединения	крепежное	2
	установочное	3
Габаритные характеристики сопряжения (диаметр вала; толщина листовой детали, основной детали установочного соединения)		4*
Шпоночное соединение		Б
Диаметр вала		6*
Характер соединения	свободное	7
	нормальное	8
	плотное	9
Соединение с подшипниками качения		В
Диаметр вала		11*
Режим работы		12*
Характер нагружения	внутреннего кольца	13*
	наружного кольца	14*
*) – задается преподавателем		

Структура шифра работы:

А–2–4* \ \ Б–6*–8 \ \ В–11*–12*–13*/14*

Исходные данные работы, соответствующие данному шифру:

- А – штифтовое соединение,
- 2– тип крепежный,
- 4* – 8 мм (диаметр вала)
- Б – шпоночное соединение,
- 6*– 11 мм,
- 8– характер соединения нормальный,
- В – соединение с подшипниками качения,
- 11*– 12 мм,
- 12*– режим работы легкий,
- 13* – циркуляционное,
- 14* - местное

1

***Примеры выполнения задания по типам соединений:
штифтовые, шпоночные и соединения подшипников качения.***

На рис. 5 приведены графические изображения крепежного (рис. 5а) и установочного (рис. 5б) штифтовых соединений с обозначением характера соединения (выбранных посадок) и расположением соответствующих полей допусков.

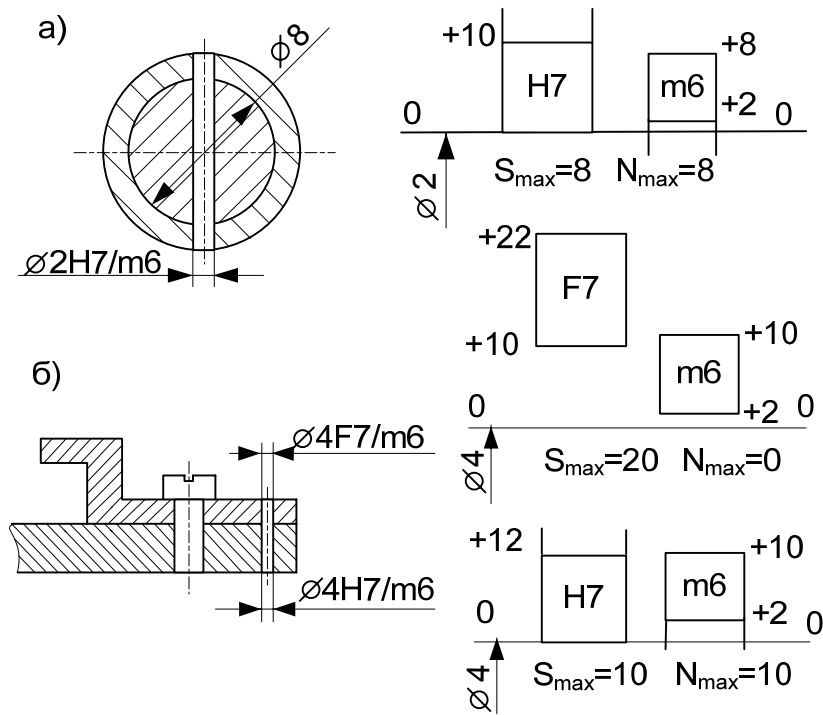


Рис. 5. Штифтовые соединения

На рис. 6 приведено графическое изображение шпоночного соединения с расположением соответствующих полей допусков. Выбранная посадка соответствует плотному характеру (типу) соединения.

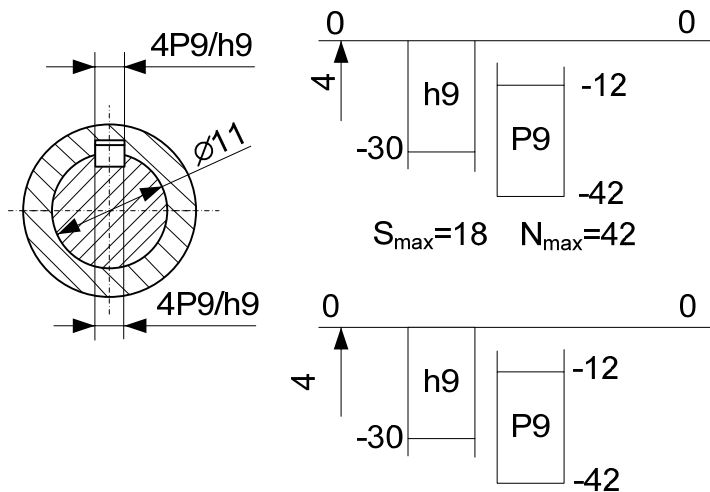


Рис. 6. Шпоночное соединение

Шпонки делятся на призматические – ненапряженные и клиновые – напряженные. В приборостроении, как правило, применяют ненапряженные шпонки, при использовании которых можно получить значительно более точное центрирование деталей с валом, чем в напряженных шпонках.

Ненапряженные шпонки передают только крутящий момент, напряженные шпонки, кроме передачи крутящего момента могут воспринимать небольшие односторонние осевые усилия.

На рис. 7 приведено графическое изображение соединения с подшипником качения с циркуляционным характером нагружения внутреннего кольца и местным нагружением наружного кольца с

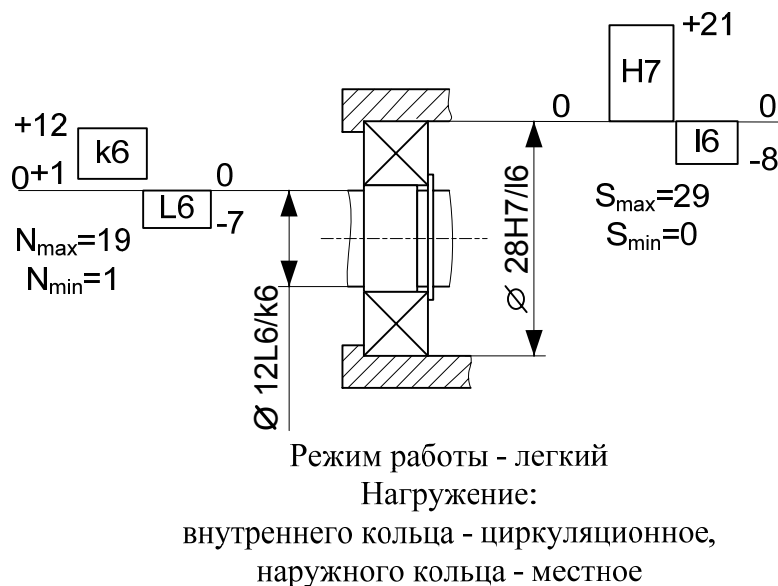


Рис. 7. Соединения с подшипниками качения

расположением соответствующих полей допусков. Характер соединения (зазоры и натяги, соответствующие выбранным полям допусков) определяется из соотношений:

$$S_{\max} = ES - ei$$

$$N_{\max} = es - EI$$

Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта выполнения работы.
3. Графическое изображение расположения полей допусков в системах отверстия и вала с указанием всех предельных отклонений.
4. Эскизы деталей соединения и сборки с указанием всех способов обозначения допусков на чертежах.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены штифтовые соединения?
2. Какие виды штифтов наиболее распространены в приборостроении и машиностроении?
3. Для чего предназначены шпоночные и шлицевые соединения?
4. Какие бывают шпонки?
5. Как нормируются допуски элементов шпоночного соединения?

6. В какой системе выполняются шпоночные соединения?
7. В чем заключаются достоинства шлицевых соединений с прямобочным и эвольвентным профилем зуба?
8. Какие основные способы центрирования предусмотрены для прямобочных шлицевых соединений?
9. В какой системе, и какие посадки используют в прямобочных шлицевых соединениях?
10. Дайте пример и расшифруйте обозначение шлицевых соединений.
11. Классы точности шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников качения.
12. Назначение полей допусков для вала и отверстия корпуса при установке подшипников качения.
13. Влияние вида нагружения колец на выбор посадки подшипника.
14. Какие основные параметры регламентированы ГОСТ9150-81?

3. Допуски и посадки типовых соединений Отклонения. Термины и определения

Штифтовые соединения

Штифты применяются для неподвижного соединения деталей, обеспечения точного взаимного положения деталей при повторной сборке и как самостоятельные детали для различных целей.

По ГОСТ 3128-70 на диаметры цилиндрических штифтов установлены следующие поля допусков: $m6$, $h8$, $h11$.

Различают крепежное и установочное штифтовые соединения.

Для жесткого неподвижного соединения деталей в зависимости от длины соединения, спокойной или с толчками и вибрацией нагрузки применяется крепежное соединение по одной из посадок: $H7/m6$, $JS/m6$, $K7/m6$ (рис. 4).

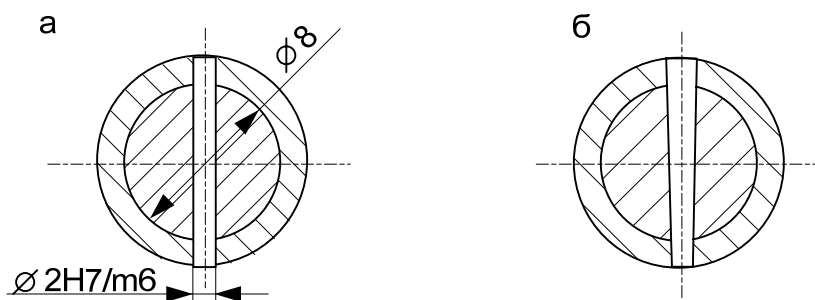


Рис. 8. Штифтовые соединения: цилиндрическое (а) и коническое (б)

Для сохранения точного взаимного расположения деталей при повторных сборках применяются установочные штифтовые соединения, обеспечивающие легкий съем одной из деталей со штифтов. Поэтому с одной из деталей штифты соединяют по неподвижной посадке, как в крепежном штифтовом соединении, а с другой деталью в зависимости от длины

сопряжения, точности центрирования, частоты сборки и разборки и т. д. – по посадке H7/m6, G7/m6 или F7/m6.

Для неподвижного соединения деталей тел вращения (типа втулки на валу) часто используют конические штифты, которые удерживаются в соединении силами трения, создаваемыми упругими деформациями материала детали при установке штифта. Возможное выпадение штифтов в соединениях, работающих в условиях вибрации, устраняется посредством накладных пружинных колец.

В некоторых случаях штифты и шплинты применяют как самостоятельные детали (рис. 8).

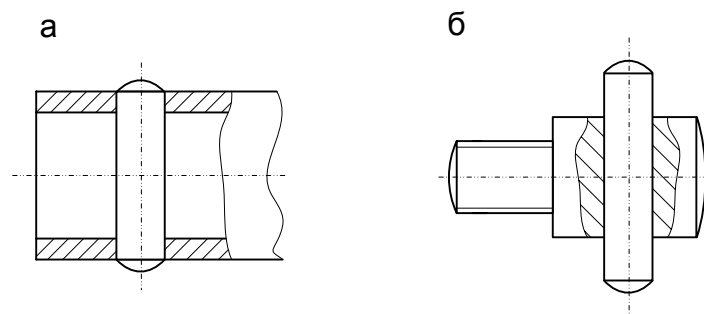


Рис. 9. Применение штифтов как самостоятельных деталей

Различные типы штифтов и особенности их применения приведены в Приложении 1.

Шпоночные соединения

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 с призматическими шпонками установлены ГОСТ 23360-78.

3.1.1. Основные размеры соединений с призматическими шпонками даны в сокращении в таблице табл. 2.

Параметры шпонок			Таблица 2
Диаметр вала, d , мм	Номинальный размер шпонки, $b \cdot h$, мм	Глубина паза на валу, мм	Глубина паза на втулке, мм
6 – 8	2*2	1.2	1.0
8 – 10	3*3	1.0	1.4
10 – 12	4*4	2.5	1.8
12 – 17	5*5	3.0	2.3
17 – 22	6*6	3.5	2.8
22 – 30	7*7	4.0	3.3
22 – 30	8*7	4.0	3.3

Диаметр вала, d , мм	Номинальный размер шпонки, $b \times h$, мм	Глубина паза на валу, мм	Глубина паза на втулке, мм
30 – 38	10*8	5.0	3.3
33 – 44	12*8	5.0	3.3
44 – 50	14*9	5.5	3.8
50 – 58	16*10	6.0	4.3
58 – 65	18*11	7.0	4.4

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 сопротивлением разрыву не менее 590 МН/м².
3. Пример условного обозначения шпонки с размерами $b=18$ мм, $h=11$, $l=100$ мм: Шпонка 18x11x100 ГОСТ23360-78.

Предельные отклонения и посадки шпоночных соединений даны в таблице 3.

Таблица 3

Поля допусков для образования шпоночных 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

Для ширины пазов вала и втулки допускаются любые сочетания указанных полей допусков. Рекомендуемые посадки приведены на рис. 10.

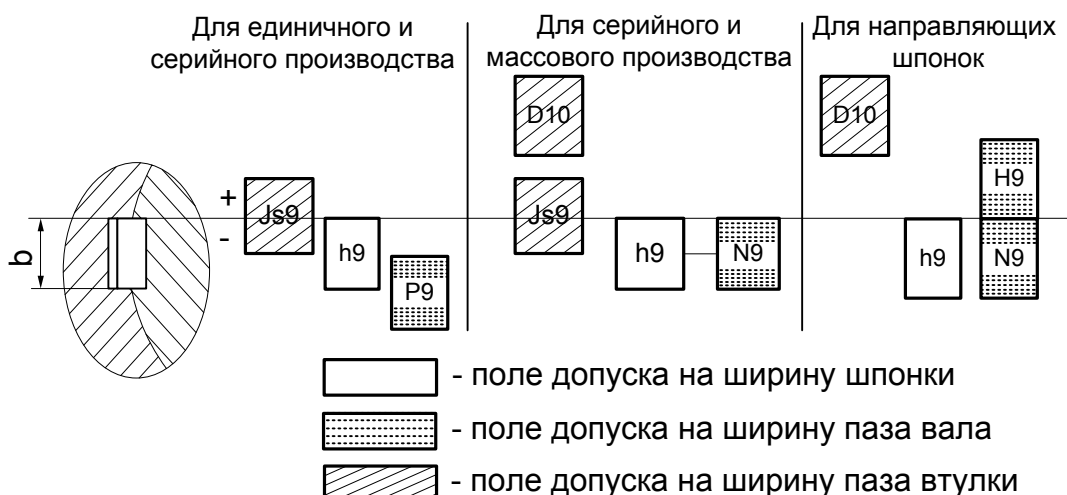


Рис. 10. Рекомендуемые посадки шпоночных соединений

Предельные отклонения на глубину паза приведены в таблице 4.
Предельные отклонения на глубину шпоночного паза Таблица 4

Высота шпонки h , мм	Предельные отклонения на глубину паза на валу t_1 и во втулке t_2 , мм	
	верхнее отклонение	нижнее отклонение
От 2 до 6	+0.1	0
От 6 до 18	+0.2	0
От 18 до 50	+0.3	0

Пример простановки посадок шпоночного сопряжения показан на рис. 10.

Шлицевые соединения

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 прямобочным, эвольвентным и треугольным профилем зубьев.

Соединения шлицевые прямобочные. Основные параметры

Шлицевые соединения с прямобочным профилем зубьев применяются для создания 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 установлены номинальные размеры и число зубьев легкой, средней и тяжелой серий шлицевых соединений общего назначения с прямобочным профилем шлицов, параллельных оси.

В шлицевых прямобочных соединениях применяют три способа относительного центрирования вала и втулки: а) - по наружному диаметру (D), б) – по внутреннему диаметру (d) и в) – по боковым поверхностям (рис. 11).

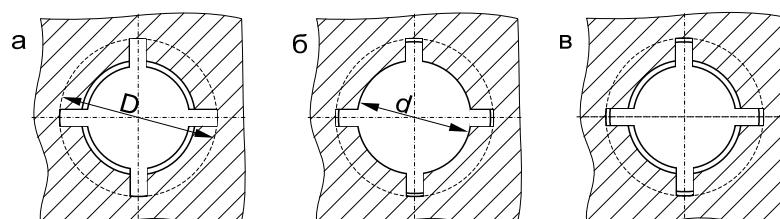


Рис. 11. Виды центрирования шлицевых соединений

Пример условного обозначения шлицевого соединения с центрированием по наружному диаметру D показан на рис. 12.

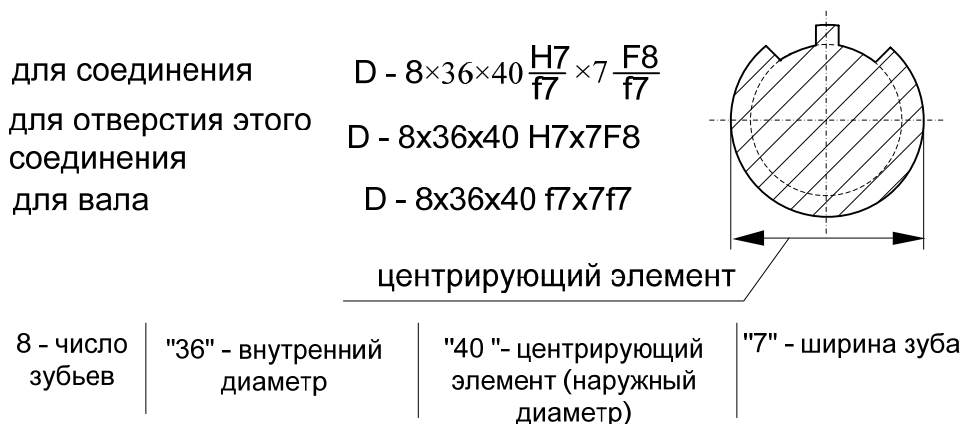


Рис. 12. Шлицевое соединение. Условное обозначение

Соединения шлицевые эвольвентные. Основные параметры

Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зуба имеют то же назначение, что и прямобочные, но обладают рядом преимуществ (для обработки всех типоразмеров валов с определенным модулем имеется только одна червячная фреза), большей прочностью и др.

Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зубьев применяются для подвижных или неподвижных соединений. Пример подвижного шлицевого соединения приведен на рис. 13.

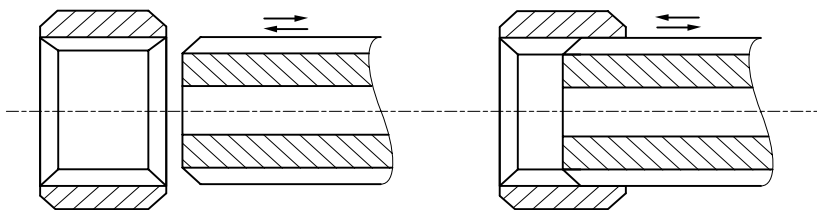


Рис. 13. Подвижное шлицевое соединение

К основным параметрам относятся:

D – диаметр делительной окружности зубьев (номинальный диаметр соединения);

m – модуль зубьев ;

z – число зубьев;

$\alpha = 20^\circ$

Остальные параметры вычисляются по зависимостям ГОСТ6033-80, приведенным ниже.

Резьба метрическая

Самым распространенным в машиностроении и приборостроении видом соединений является резьбовое соединение. В зависимости от эксплуатационного назначения резьбы делятся на:

- 1) крепежные общего применения;
- 2) специальные с узкой областью применения (прямоугольные, конические, трапецеидальные).

Крепёжные резьбы (метрические и дюймовые) используются в разъёмных соединениях и обеспечивают плотность соединений и неподвижность стыков. Кроме того, резьбы можно классифицировать по:

- форме профиля (треугольные, трапецеидальные, прямоугольные);
- числу заходов (однозаходные и многозаходные);
- форме винтовой поверхности (цилиндрические и конические);
- направлению винтовой линии (правые и левые).

Основными требованиями ко всем видам резьбы являются долговечность и возможность свинчивания без дополнительной пригонки.

На метрические резьбы общего назначения распространяется ГОСТ 9150-84, который устанавливает номинальный профиль и размеры его элементов.

Широкое распространение резьбовых соединений обуславливает особые требования к их взаимозаменяемости. Болт и гайка сопрягаются между собой по боковым сторонам профиля, поэтому предельные контуры резьбовых изделий должны иметь четкие ограничения.

Отклонения размеров в резьбовой детали на чертежах и схемах откладываются перпендикулярно оси резьбы.

Основными размерами резьбы являются: наружный (номинальный) диаметр, шаг, угол профиля резьбы. Основным посадочным размером резьбы, определяющим характер соединения, является средний диаметр. При сопряжении наружных диаметров болта и гайки для исключения заклинивания резьбы предусматриваются зазоры.

Система допусков и посадок метрической резьбы регламентирована ГОСТ 16093-81, ГОСТ 4608-81, ГОСТ 24834-81.

Стандартом установлены резьбы 10-ти степеней точности, которые обозначаются цифрами от 1 до 10 (10-я степень самая низкая).

Поле допуска диаметра резьбы образуют сочетанием основного отклонения, обозначаемого буквой, с допуском по принятой степени точности. В отличие от гладких цилиндрических соединений цифра степени точности пишется на первом месте, например, 5H, 6G, 6e, 3r.

Поля допусков болтов и гаек установлены для трех классов точности: точного, среднего и грубого.

Метрическая цилиндрическая резьба применяется главным образом в качестве крепежной и разделяется на резьбу с крупным шагом и резьбу с мелким шагом.

При равных наружных диаметрах метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьб с крупным шагом, кроме величины самого шага, меньшей высотой профиля и меньшим углом подъема резьбы, поэтому резьбы с мелким шагом рекомендуется применять при малой длине свинчивания, на тонкостенных малонагруженных деталях, а также при переменной нагрузке, толчках и вибрациях.

Основные параметры крепёжных цилиндрических метрических резьб

К основным параметрам 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 $=60^\circ$.

Значения основных параметров метрических резьб регламентируются ГОСТ 9150-2002 и ГОСТ 8724-2002.

Примеры обозначения посадок метрических резьб приведены на рис. 14.

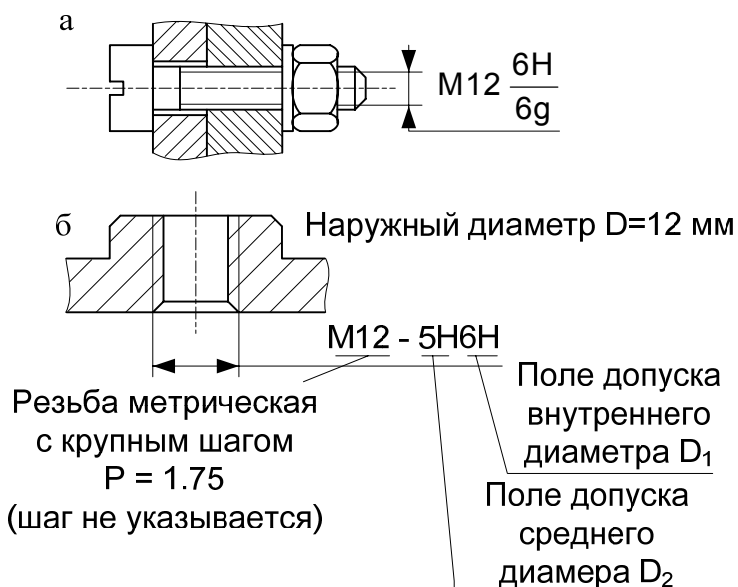


Рис. 14. Примеры обозначения посадок метрических резьб

Соединения с подшипниками качения

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

Подшипники, являясь опорами для подвижных частей, определяют их положение в механизме и несут значительные нагрузки. Точность размеров, формы и взаимного расположения подшипников, шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных регламентируется ГОСТ 520-89. В зависимости от точности изготовления и сборки для различных типов подшипников установлены следующие классы точности (таблица 5).

Классы точности определяют:

- допуски размеров, формы и взаимного положения элементов деталей подшипника качения;
- допуски размеров и формы посадочных поверхностей наружного и внутреннего колец подшипника качения;

- допустимые значения параметров, характеризующих точность вращения подшипников.

Классы точности шариковых, роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников. Таблица 5

Тип подшипника качения	Класс точности					
	0	6	5	4	2	T
Шариковые и роликовые радиальные, шариковые радиально-упорные	+	+	+	+	+	+
Упорные и радиально-упорные	+	+	+	+	+	-
Роликовые конические	+	+	+	+	+	-

Примечания:
 1. Самый точный класс – T; самый грубый – 0
 2. По заказу могут быть поставлены подшипники более грубых классов: 8 и 7

Дополнительные технические требования к подшипникам качения устанавливаются тремя категориями: А, В, С.

Характер сопряжений наружного кольца с отверстием в корпусе и внутреннего кольца с валом зависит от вида нагружения данного кольца.

Различают местное, циркуляционное и колебательное нагружения (рис.15).

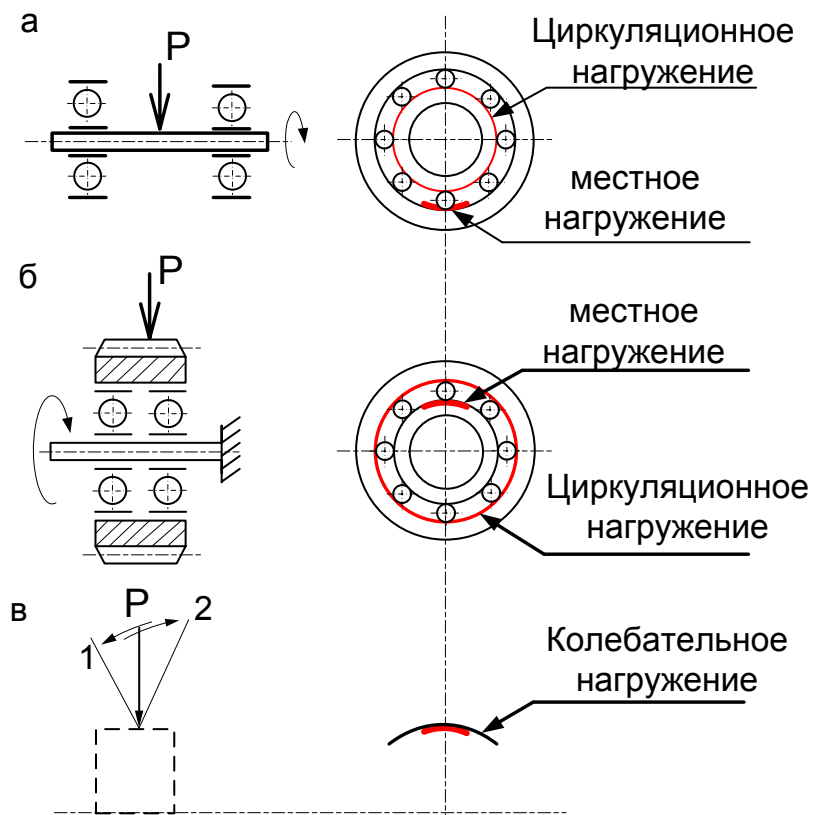


Рис. 15. Виды нагружения колец подшипников

При местном нагружении (рис. 15а, б) кольцо воспринимает радиальную нагрузку от шариков ограниченным участком дорожки качения и передает ее ограниченному участку сопряженной с ним детали.

Циркуляционным нагружением кольца называется такое нагружение, при котором кольцо воспринимает нагрузку от шариков последовательно всей дорожкой качения и передает ее последовательно всей сопрягаемой с ним поверхности вала или корпуса.

При колебательном нагружении (рис. 15в) результирующая радиальная нагрузка периодически изменяется (или колеблется) как по величине, так и по направлению, что приводит к расширению области нагружения.

Как правило, кольца с циркуляционным нагружением сопрягаются с поверхностью вала или отверстия корпуса по посадкам с натягом, а кольца с местным нагружением – по посадкам с небольшими зазорами.

В случае колебательного нагружения подшипники сопрягаются с валами и отверстиями корпусов с полями допусков j_s5 или j_s6 и J_s5 или J_s6 соответственно.

Основными элементами систем при образовании посадок являются сопрягаемые поверхности наружного кольца (система вала) и внутреннего кольца (система отверстия).

Особенностью таких сопряжений является то, что поле допуска внутреннего кольца смещено вниз от нулевой линии для увеличения натягов в сопряжениях.

На рис. 16 показана схема расположения рекомендуемых полей допусков посадочных размеров для подшипников наиболее распространенных классов точности 0 и 6.

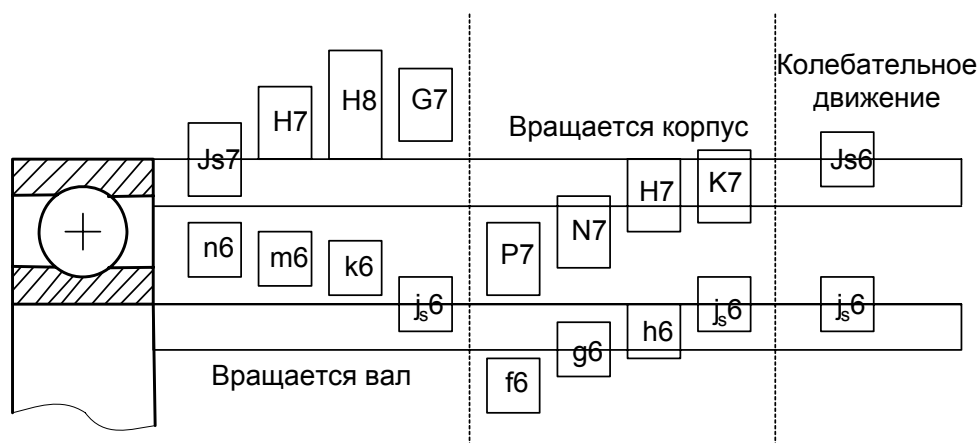


Рис. 16. Поля допусков соединения деталей с подшипниками классов точности P0 и P6

Для более высоких классов точности подшипников качения набор полей допусков посадочных поверхностей несколько изменяется, в частности, применяются поля допусков более точных квалитетов.

Следует иметь в виду, что требования к форме посадочной поверхности, сопрягаемой с кольцом подшипника качения, более жесткие по сравнению с допуском размера. Это требуется, чтобы тонкие кольца подшипника не воспринимали грубые отклонения формы массивного корпуса или вала при сопряжении с ними.

Рекомендуемые посадки для рассмотренных типовых схем нагружения подшипников приведены в табл. 6.

Рекомендуемые посадки для типовых схем нагружения.

Таблица 6

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	$\frac{N7}{10}$, $\frac{M7}{10}$, $\frac{K7}{10}$, $\frac{P7}{10}$, $\frac{N7}{16}$, $\frac{M7}{16}$, $\frac{K7}{16}$, $\frac{P7}{16}$,
	местное	$\frac{H7}{10}$, $\frac{H7}{16}$
	колебательное	$\frac{Js7}{10}$, $\frac{Js7}{16}$
<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 циркулярным нагружением радиально-упорных подшипников рекомендуются посадки $\frac{Js7}{10}$, $\frac{Js7}{16}$.</p> <p>3. Таблица дана в сокращении.</p>		

Принятые сокращения

D	Номинальный размер отверстия
d	Номинальный размер вала
h	Посадки в системе вала
H	Посадки в системе отверстия
L	Поле допуска наружного кольца шарикоподшипника
l	Поле допуска внутреннего кольца шарикоподшипника
N	Натяг
S	Зазор
S_{\max}	Зазор максимальный
S_{\min}	Зазор минимальный

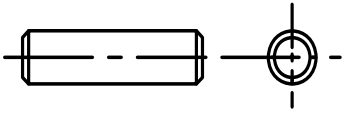
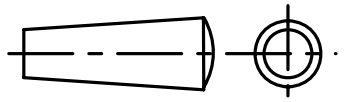
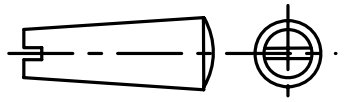
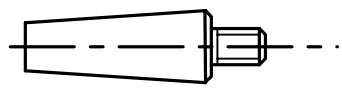

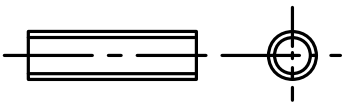

Литература

1. Шляхтер Л.М., Соболев Е.А. Взаимозаменяемость и технические измерения. –М.: Легпромбытиздат, 1993.
2. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. –М.: Машиностроение, 1986.
3. Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. – СПб.: Политехника, 2001.
4. Шляхтер Л.М., Соболев Е.А. Основы выполнения рабочих чертежей деталей. Учебное пособие. –М.: Изд-во МТИ, 1991.
5. Анухин В.И. Допуски и посадки. – СПб: Питер, 2007.
6. Зайцев С.А., Куранов А.Д., Толстов А.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. – М: АСADEMIA, 2004.
7. Ганевский Г.М., Гольдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. – М: ПрофОбрИздат, 2001.
8. ГОСТ 25347-82. Предельные отклонения в системе отверстия при размерах до 500 мм.

Приложение 1

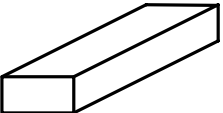
Основные типы штифтов, шплинтов и шпонок

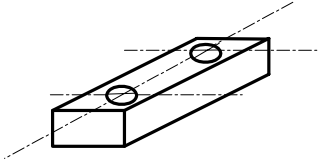

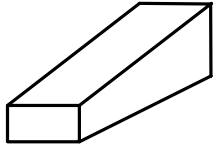
Таблица 1

Наименование	Эскиз	Применение
Штифт цилиндрический		Для соединения тел вращения; для фиксации взаимного плоских и цилиндрических деталей
Штифт конический		Для соединения и фиксации взаимного положения деталей цилиндрической формы
Штифт конический разводной		Разновидность конического штифта с разводкой концов для предохранения от выпадения
Штифты конические с резьбовыми концами	<p>а </p> <p>б </p>	Для соединения и фиксации деталей (гайка, дополняющая штифт, позволяет вытянуть штифт из гнезда - а, либо закрепить штифт в отверстии - б)
Штифты трубчатые		Для соединения деталей цилиндрической формы или плоских деталей при малых усилиях среза
Шплинты разводные		Для предохранения от спадания с осей. Шплинт в отверстие вставляется свободно; выходящие концы разводят в стороны

Основные типы шпонок

Таблица 2

Наименование	Фигура	Применение
Шпонка призматическая со скругленными или плоскими торцами		Для ненапряженного соединения вала с деталью, сидящей на нем

Наименование	Фигура	Применение
Шпонки призматические направляющие с креплением на валу		Для деталей, перемещающихся вдоль вала
Шпонка сегментная		Для ненапряженного соединения вала с деталью, сидящей на нем
Шпонка клиновая врезная со скругленными или плоскими торцами		Для напряженного соединения вала с деталью, сидящей на нем

Точностные характеристики подшипников **Приложение 2**

Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца внутренние (выборка по ГОСТ 520-89)

Номинальный диаметр отверстия d, мм	Диаметр отверстия		Ширина кольца V_s		Непостоянство $V_{фр}$ единичного диаметра для серий диаметров		Непостоянство V_{dmp} среднего диаметра	Радиальное биение кольца K_{ra}	Торцевое биение кольца S_d	Осевое биение дорожки качения	Непостоянство ширины кольца V_{b_s}				
	Средний d_{mp}	Единичный d_s	Единичная		0; 8; 9	1; 7 2(5); 3(6); 4									
			верхнее	нижнее			верхнее	нижнее							
Отклонения, мкм															
Δ_{dmp}			Δ_{ds}^*		Δ_{V_s}		Не более								
верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее								
Класс точности O															
От 0.6 до 2.5	0	-8	+1	-9	0	-40	-	10	8	6	6	10	20	24	12
Св.2.5 до 10	0	-8	+2	-10	0	-120	-250	10	8	6	6	10	20	24	15
Св.10 до 18	0	-8	+3	-11	0	-120	-250	10	8	6	6	10	20	24	20
Св.18 до 30	0	-10	+3	-13	0	-120	-250	13	10	8	8	13	20	24	20
Св.30 до 50	0	-12	+3	-15	0	-120	-250	15	12	9	9	15	20	24	20
Св.50 до 80	0	-15	+4	-19	0	-150	-380	19	19	11	11	20	25	30	25
Св.80 до 120	0	-20	+5	-25	0	-200	-380	25	25	15	15	25	25	30	25
Св.120 до 180	0	-25	+6	-31	0	-250	-500	31	31	19	19	30	30	36	30
Св.180 до 250	0	-30	+8	-38	0	-300	-500	38	38	23	23	40	30	36	30
Класс точности б															
От 0.6 до 2.5	0	-7	+1	-8	0	-40	--	9	7	5	5	5	10	12	10
Св.2.5 до 10	0	-7	+1	-8	0	-120	-250	9	7	5	5	6	10	12	10
Св.10 до 18	0	-7	+1	-8	0	-120	-250	9	7	5	5	7	10	12	10
Св.18 до 30	0	-8	+1	-9	0	-120	-250	10	8	6	6	8	10	12	10
Св.30 до 50	0	-10	+1	-11	0	-120	-250	13	10	8	8	10	10	12	10

Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца внутренние (выборка по ГОСТ 520-89)

Номинальный диаметр отверстия d , мм	Диаметр отверстия		Ширина кольца единичная V_s	Непостоянство $V_{фр}$ единичного диаметра для серий диаметров		Непостоянство V_{dmp} среднего диаметра	Радиальное биение кольца K_{ra}	Торцевое биение кольца S_d	Осевое биение дорожек и качения	Непостоянство ширины кольца Vb_s				
	Средний d_{dmp}	Единый d_s		0; 8; 9	1; 7						2(5); 3(6); 4			
	Δ_{dmp}		Δ_{ds}^*		Δ_{B_s}		Отклонения, мкм							
	верх	ниж	верх	ниж	верх	ниж	Не более							
Класс точности 0														
Св.50 до 80	0	-12	+2	-14	0	-150	-380	15	15	9	10	12	15	12
Св.80 до 120	0	-15	+3	-18	0	-200	-380	19	19	11	13	12	15	12
Св.120 до 180	0	-18	+3	-21	0	-250	-500	23	23	14	18	15	18	15
Св.180 до 250	0	-22	+4	-26	0	-300	-500	28	28	17	20	15	18	15

Примечания: 1. Принятые обозначения: Δ_{dmp} - отклонение среднего диаметра отверстия в единичном сечении; Δ_{ds} - отклонение единичного диаметра отверстия, Δ_{B_s} - отклонение единичной ширины кольца.

* При двухточечном измерении для подшипников классов точности 0, 6, 5, 4, 2

** Для колец, предназначенных для сдвоенных или комплектных подшипников классов точности 0, 6, 5, 4, 2

Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца наружные (выборка по ГОСТ 520-89)

Номинальный наружный диаметр D , мм	Наружный диаметр кольца		Непостоянство VDp_3 единичного диаметра для серий диаметров			Непостоянство VDp_2 среднего диаметра	Радиальное бление кольца K_{ea}	Осевое бление дорожки качения S_{ea}	Непостоянство ширины кольца, V_{c_3}	Отклонение от перпен- дикулярнос- ти относите- льно базового торца	
	средний $D_{пр}$	единичный $D _s$	Открытый подшипник		Закрытый подшипник						
			0; 8; 9	1; 7 2(5); 3(6);4		2(5)** 3(6);4	6 7				
Отклонения, мкм											
ΔDmp			Не более								
ΔD_s^*			Класс точности O								
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	8	6	10	6	15	40	--
От 0.6 до 2.5	-8	+1	-9	10	8	6	10	6	15	40	--
Св.2.5 до 10	-8	+2	-10	10	8	6	10	6	15	40	--
Св.10 до 18	-9	+2	-11	12	9	7	12	7	15	40	--
Св.18 до 30	-11	+3	-14	14	11	8	16	8	20	40	--
Св.30 до 50	-13	+4	-17	16	13	10	20	10	25	40	--
Св.50 до 80	-15	+5	-20	19	19	11	26	11	35	45	--
Св.80 до 120	-18	+6	-24	23	23	14	30	14	40	50	--

$V_{Cs} = V_{Bs}$
см. табл. 2
того же
подшипника

Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца наружные (выборка по ГОСТ 520-89)

Номинальный наружный диаметр D , мм	Наружный диаметр кольца		Непостоянство $V D p_3$ единичного диаметра для серий диаметров			Непостоянство $V D p_3$ среднего диаметра	Радиальное биение кольца K_{ea}	Осевое биение дорожки качения S_{ea}	Непостоянство ширины кольца, $V C_3$	Отклонение от перпендикулярности относительно базового торца					
	средний D_{mp}	единичный D_{ls}	0; 8; 9	1; 7	2(5); 3(6); 4										
	Отклонения, мкм														
	ΔD_{mp}		Не более												
	верхнее	нижнее	Класс точности 0												
	ΔD_{ls}		Класс точности 6												
Св.120 до 180	0	-25	+7	-32	31	31	19	38	19	45	60	70	80	12	--
Св. 180 до 250	0	-30	+8	-38	38	38	23	--	23	50	70	80	15	--	
Св. 250 до 315	0	-35	+9	-44	44	44	26	--	26	60	80	80	20	--	
От 0.6 до 2.5	0	-7	+1	-8	9	7	5	9	5	8	20	20	20	20	--
Св.2.5 до 10	0	-7	+1	-8	9	7	5	9	5	8	20	20	20	20	--
Св.10 до 18	0	-8	+1	-9	10	8	6	10	6	9	20	20	20	20	--
Св.18 до 30	0	-9	+2	-11	11	9	7	13	7	10	20	20	20	20	--
Св.30 до 50	0	-11	+2	-13	14	11	8	16	8	13	20	20	20	20	--

Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца наружные (выборка по ГОСТ 520-89)

Номинальный наружный диаметр D , мм	Наружный диаметр кольца		Непостоянство $V D p_3$ единичного диаметра для серий диаметров		Непостоянство $V D p_1$ среднего диаметра	Радиальное биение кольца K_{ca}	Осевое биение дорожки качения S_{ca}^{****}	Непостоянство ширины кольца, $V c_3$	Отклонение от перпендикулярности относительно базового торца	
	средний $D_{пр}$	единичный D_{ls}	для серий диаметров							
			0; 8; 9	1; 7 2(5); 3(6);4	2(5)** 3(6);4	Закрывающий подшипник				
Отклонения, мкм										
Класс точности 6										
Не более										
Класс точности 6										
Св. 50 до 80	0	-13	+2	-15	16	10	18	22	25	--
Св. 80 до 120	0	-15	+3	-18	19	11	20	25	25	--
Св. 120 до 180	0	-18	+3	-21	23	14	23	30	30	--
Св. 180 до 250	0	-20	+4	-24	25	15	25	35	30	--
Св. 250 до 315	0	-25	+4	-29	31	19	30	40	35	--
Примечания: 1. Принятые обозначения: $\Delta D_{пр}$ - отклонение среднего наружного диаметра в единичном сечении.										
2.*) в классе точности θ – (при двухточечном измерении) – только для подшипников серии диаметров 8 (до $D \leq 22$ мм), 9 (до $D \leq 22$ мм), 1 (до $D \leq 80$ мм), 2(5) (до $D \leq 315$ мм), 3(6); в классе точности – 6 – (при двухточечном измерении) – только для подшипников серии диаметров 8 (до $D \leq 22$ мм), 9 (до $D \leq 22$ мм), 1 (до $D \leq 95$ мм), 2(5), 3(6).										
3.***) в классах точности $\theta, 6$ – для колец до монтажа упорного пружинного кольца и защитной шайбы или после снятия их.										
4. ****) в классе точности 6 также для серий диаметров 1; 7.										
5. *****) для шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников, кроме сферических.										

Приложение № 3

Пределные отклонения, отверстий (по ГОСТ 25347-82)

Интервал размеров, мм	7														8			
	квалитеты																	
	H7	F7	G7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	H8	D8	E8	F8	Js8	K8	M8	N8
	пределные отклонения, мкм																	
менее 1	+10 0	+16 +6	—	+5 -5	0 -10	—	—	—	-14 -24	+14 0	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+7 -7	0 -14	—	—	
Св. 1 до 3	+10 0	+16 +6	+12 +2	+5 -5	0 -10	-2 -14	-4 -14	-6 -16	-14 -24	+14 0	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+7 -7	0 -14	—	-4 -18	
Св. 3 до 6	+12 0	+22 +19	+16 +4	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	+18 0	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	
Св. 6 до 10	+15 0	+25 +13	+25 +5	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	+22 0	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	
Св. 10 до 18	+18 0	+34 +16	+24 +6	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -24	+27 0	+77 +50	+59 +32	+43 +16	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	
Св. 18 до 30	+21 0	+41 +20	+28 +7	+10.5 -10.5	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	+33 0	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+16 -16	+10 =23	+4 -29	-3 -36	
Св. 30 до 50	+25 0	+50 +25	+34 +9	+12.5 -12.5	+7 -16	0 -25	-8 -33	-17 -42	-25 -50	+39 0	+119 +80	+89 +50	+64 +25	+19.5 -19.5	+12 -27	+5 -34	-3 -42	
Св. 50 до 65 Св. 65 до 80	+30 0	+60 +30	+40 +10	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -62	+46 0	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	
80 до 100 100 до 120	+35 0	+71 +36	+47 +12	+17.5 -17.5	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	+54 0	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+27 -27	+16 -38	+6 -48	-4 -58	
120 до 140 140 до 160 160 до 180	+40 0	+83 +43	+54 +14	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	—	+63 0	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+31.5 -31.5	+20 -43	+8 -55	-4 -67	

Предельные отклонения отверстий (по ГОСТ 25347-82)

Интервал размеров, мм	квалитеты														
	9						10						11		12
	H9	D9	E9	F9	Js9	H10	D10	Js10	H11	C11	D11	Js11	H12	Js12	
	поля допусков														
	предельные отклонения, мкм														
менее 1	+25 0	+45 +20	+39 +14	—	+12.5 -12.5	+40 0	+60 +20	+20 -20	+60 0	—	—	+30 -30	+100 0	+50 -50	
св 1 до 3	+25 0	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+12.5 -12.5	+40 0	+60 +20	+20 -20	+60 0	+120 +60	+80 +20	+30 -30	+100 0	+50 -50	
св 3 до 6	+30 0	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+15 -15	+48 0	+78 +30	+24 -24	+75 0	+145 +70	+105 +30	+37.5 -37.5	+120 0	+60 -60	
св 6 до 10	+36 0	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+18 -18	+58 0	+98 +40	+29 -29	+90 0	+179 +80	+130 +40	+45 -45	+150 0	+75 -75	
св10до18	+43 0	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+21.5 -21.5	+70 0	+120 +50	+35 -35	+110 0	+205 +95	+160 +50	+55 -55	+180 0	+90 -90	
св18до30	+52 0	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+26 -26	+84 0	+149 +65	+42 -42	+130 0	+240 +110	+195 +65	+65 -65	+210 0	+105 -105	
св30до50	+62 0	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+31 -31	+100 0	+180 +80	+50 -50	+160 0	+280 +130	+240 +80	+80 -80	+250 0	+125 -125	
св50до80	+74 0	+174 +100	+134 +60	+37 -37	+104 +30	+120 0	+220 +100	+60 -60	+190 0	+330 +150	+290 +100	+95 -95	+300 0	+150 -150	
80до120	+87 0	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+43.5 -43.5	+140 0	+260 +120	+70 -70	+220 0	+390 +180	+340 +120	+110 -110	+350 0	+175 -175	
120до180	+100 0	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+50 -50	+160 0	+305 +145	+80 -80	+250 0	—	+395 +145	+125 -125	+400 0	+200 -200	

Предельные отклонения валов (по ГОСТ 25347-82)																			
квалитеты																			
поля допусков																			
интервал размеров, мм	8			9			10			11			12						
	h8	c8	d8	e8	f8	h9	d9	e9	f9	h10	d10	e10	f10	h11	d11	e11	f11	h12	b12
предельные отклонения мкм,																			
менее 1	0	—	-20	-14	-6	0	-25	-14	—	0	-20	0	—	0	—	0	—	0	—
	-14		-14	-28	-20	-25	-45	-39		-40	-60	-60		-60		-100			
св 1 до 3	0	-60	-20	-14	-6	0	-20	-14	-6	0	-20	0	-270	0	-20	0	-140		
	-14	-74	-34	-28	-20	-25	-45	-39	-31	-40	-60	-60	-330	-80	-240				
св 3 до 6	0	-70	-30	-20	-10	0	-30	-20	-10	0	-30	0	-270	0	-140				
	-18	-88	-48	-38	-28	-30	-60	-50	-40	-48	-78	-75	-345	-105	-260				
св 6 до 10	0	-80	-40	-25	-13	0	-40	-25	-13	0	-40	0	-280	-40	-150				
	-22	-102	-62	-47	-35	-36	-76	-61	-49	-58	-98	-90	-370	-130	-300				
св 10 до 18	0	-95	-55	-32	-16	0	-50	-32	-16	0	-50	0	-290	-50	-150				
	-27	-122	-77	-59	-43	-43	-93	-75	-59	-70	-120	-110	-400	-160	-330				
св 18 до 30	0	-110	-65	-40	-20	0	-65	-40	-20	0	-65	0	-300	-65	-160				
	-33	-143	-98	-73	-53	-52	-117	-92	-72	-84	-149	-130	-430	-195	-370				
св 30 до 40	0	-159	-80	-50	-25	0	-80	-50	-25	0	-80	0	-470	-80	-420				
	-39	-130	-119	-89	-64	-62	-142	-112	-87	-100	-180	-160	-320	-240	-180				
св 40 до 50		-169											-480	-430					
св 50 до 65	0	-140	-100	-60	-30	0	-100	-60	-30	0	-100	0	-340	-100	-190				
	-46	-150	-146	-106	-76	-74	-174	-134	-104	-120	-220	-190	-360	-290	-200				
св 65 до 80		-196											-550	-500					
80 до 100	0	-224	-120	-72	-36	0	-120	-72	-36	0	-120	0	-380	-120	-220				
	-54	-180	-174	-126	-90	87	-207	-159	-123	-140	-260	-220	-410	-340	-240				
100 до 120		-234											-630	-590					
120 до 140		-200											-460	-420					
		-263											-710	-660					
140 до 160	0	-210	-145	-85	-43	0	-145	-85	-43	0	-145	0	-520	-145	-280				
	-63	-273	-208	-148	-106	-100	-245	-185	-143	-160	-305	-250	-770	-395	-680				
160 до 180		-230											-580	-530					
		-293											-830	-780					



СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы и успешно реализовал инновационную образовательную программу «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий», что позволило выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворять возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях науки. Реализация этой программы создала основу формирования программы дальнейшего развития вуза до 2015 года, включая внедрение современной модели образования.

КАФЕДРА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Кафедра измерительных технологий, и компьютерной томографии, в прошлом кафедра часового производства и приборов точной механики была создана одновременно с основанием университета, который ведёт свою историю от образования в 1900 г. ремесленного училища цесаревича Николая. Основателем кафедры является Норберт Болеславович Завадский – первый заведующий механико-оптического отделения этого училища.

В 1920 г. отделение было реорганизовано в техникум точной механики, который с 1925 г. начал подготовку инженеров-приборостроителей. В дальнейшем техникум был преобразован в учебный комбинат, ФЗУ и в 1933 г. стал институтом точной механики и оптики. Всё это время до своей смерти заведовал кафедрой и преподавал дисциплины, связанные с точной механикой, профессор Н.Б.Завадский. В 1930 году кафедру возглавил Л.П.Шишелов. На кафедре читались дисциплины «Теория часовых механизмов», «Электроизмерительные приборы», «Механические приборы», в которые входило изучение тахометров, таксометров, счётчиков, арифмометров, часовых и гироскопических приборов, электротехники.

В 1935 г. из состава кафедры выделилось направление гироскопических устройств. Была образована отдельная кафедра навигационных приборов. В 1940 г. на кафедре защитил кандидатскую диссертацию Захар Маркович Аксельрод, впоследствии доктор технических наук, возглавивший кафедру во время войны. В марте

1942 года институт был эвакуирован по дороге жизни из осаждённого блокадного Ленинграда. Местом размещения института на время стал город Кисловодск. В конце июля 1942 года институт был переведён в город Черепаново Новосибирской области, а в 1944 году ЛИТМО возвратился в Ленинград.

После войны кафедра приборов точной механики выпускала специалистов по часовому производству и производству точного измерительного инструмента. На кафедре читались курсы «Приборы времени», «Теория и проектирование приборов времени», «Приборы для измерения малых промежутков времени», «Приборы для измерения скоростей и ускорений», «Тахометры», «Основы конструирования приборов точной механики».

С 1976 г. кафедру возглавил Борис Александрович Арефьев, известный специалист в области автоматического управления. С 1985 г. кафедрой руководил основатель магниторезонансного класса изображений профессор Владислав Александрович Иванов. В связи с развитием техники и потребностью выпуска инженерных кадров по разработке и эксплуатации магниторезонансных томографов с 1992 года кафедра начала подготовку инженеров по специализации «Компьютерная томография». В настоящее время руководит кафедрой доктор технических наук, профессор Мария Яковлевна Марусина.

Александр Владимирович Кудрявцев
Лев Григорьевич Муханин
Юрий Владимирович Федоров

«Основы взаимозаменяемости» Часть 2 – Допуски и посадки типовых соединений гладких элементов деталей.
Учебное пособие

В авторской редакции

Дизайн

Верстка

Редакционно-издательский отдел Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики

Зав. РИО

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.09

Подписано к печати 23.11.09

Заказ № 2168

Тираж <100

Отпечатано на ризографе

Ю.В.Федоров

Л.Г.Муханин

Н.Ф. Гусарова

Для заметок

Для заметок

Редакционно-издательский отдел
Санкт-Петербургского государственного
университета информационных
технологий, механики и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

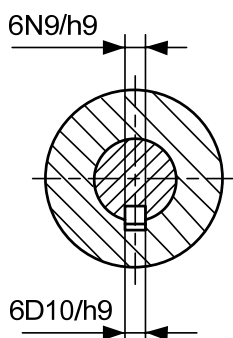


А.В.Кудрявцев, Л.Г.Муханин, Ю.В.Федоров

«Основы взаимозаменяемости»

Часть 2

Допуски и посадки типовых элементов деталей



Санкт-Петербург
2009