

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Вологодский государственный университет»
(ВоГУ)

Машиностроительный техникум

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
Курс лекций и методические указания к выполнению практических работ по
теме: «Допуски и посадки»

Специальность 151901 «Технология машиностроения».

Специальность 151031 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного
оборудования».

Специальность 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного
транспорта».

Вологда
2014

Метрология, стандартизация и сертификация: курс лекций и методические указания к выполнению практических работ по теме: «Допуски и посадки». Вологда: ВоГУ, 2014. – 37 .с.

Рассмотрен комплекс практических задач по теме «Допуски и посадки» дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» с изложением методических указаний к практическим работам и методических указаний к выполнению практических работ. Для каждой практической работы приведена исходная информация, цель работы, содержание отчёта, а также необходимые для выполнения заданий примеры и справочный материал. Условия для выполнения практических работ приближены к производственным задачам, решаемым техником – технологом в условиях реального производства.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительного техникума очной формы обучения по специальностям 151901 «Технология машиностроения», 151031 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования», 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Утверждено редакционно – издательским советом ВоГУ.

Составитель Т. Д. Рослякова, преподаватель.

Рецензент Е.Б. Сидорова, зам. директора по учебной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Оформление практической работы.....	4
2 Практическая работа № 1.....	5
3 Практическая работа № 2.....	13
4 Практическая работа № 3.....	18
5 Практическая работа № 4.....	24
Список использованных источников.....	32
Приложение №1.....	33
Приложение №2.....	34
Приложение №3.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы выполняются студентами машиностроительного техникума очной формы обучения при реализации учебной дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация».

Основной целью выполнения практических работ является закрепление знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса, в выборе посадок типовых соединений, в выполнении расчётов, связанных с взаимозаменяемостью. Всё это является обязательным элементом комплексной научно – технической подготовки специалистов.

1 ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Практическая работа выполняется на листах формата А4 в соответствии с Методическими рекомендациями по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно – заочной (вечерней) и заочной форм обучения, утверждённые приказом ректора Вологодского государственного технического университета от 14.02.2012 №01 – 69.

Практическая работа включает в себя:

1. Наименование работы;
2. Цель работы:
3. Задание:
4. Содержание:
5. Вывод:
6. Ответ на контрольные вопросы.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: «Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений».

Цель работы: Формирование компетенций определения составляющих допуска, параметров, влияющих на величину поля допуска и точность механической обработки деталей.

2.1 Общие положения

Посадки с различными зазорами и натягами можно получить, изменяя положение полей допусков обеих сопрягаемых деталей. Однако удобнее в технологическом и эксплуатационном отношении получать разнообразные посадки, изменяя положение поля допуска только вала или только отверстия, причём один из предельных размеров вала или отверстия будет совпадать с номинальным размером. Такие отверстия и валы называются основными.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю. Например, $\varnothing 20^{+0,023}_0$.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю. Например, $\varnothing 20_{-0,140}^0$.

Таким образом, у основного отверстия с номинальным размером совпадает наименьший предельный размер, а у вала – наибольший предельный размер. Эти границы установлены не случайно. При обработке вала происходит изменение размера в сторону уменьшения и, следовательно, можно прекращать обработку, когда размер будет равен наибольшему предельному значению, совпадающему с номинальным. При обработке отверстия размер изменяется от меньшего к большему, и первый годный размер является наименьшим допустимым и соответствует номинальному.

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги образуются сочетанием поля допуска основного отверстия с различными полями допусков валов. Графическое изображение посадки в системе отверстия на рисунке 1.



Рисунок 1 – Посадки в системе отверстия

Посадки в системе вала – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги образуются сочетанием поля допуска основного вала с различными полями

допусков отверстий. Графическое изображение посадки в системе вала на рисунке 2.

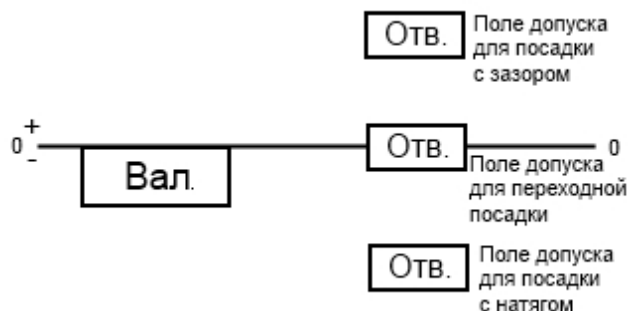


Рисунок 2 – Посадки в системе вала

Требуемые зазоры и натяги получают, изменяя основные отклонения неосновных деталей: валов в системе отверстия и отверстий в системе вала.

Предпочтение отдаётся системе отверстия, т. к. изготовить отверстие и измерить его значительно труднее и дороже, чем изготовить и измерить вал такого же размера и той же точности.

Для обеспечения взаимозаменяемости деталей и узлов машин и приборов была разработана и внедрена единая система допусков и посадок – ЕСДП, которая соответствует международной системе допусков и посадок. В СССР ЕСДП была введена с 1977г.

ЕСДП распространяется на размеры до 10000 мм. Указанный диапазон разбит на три группы:

- от 1 до 500 мм;
- от 500 до 3150 мм;
- от 3150 до 10000 мм.

Стандарт предусматривает поля допусков и предельные отклонения и для номинальных размеров до 1 мм.

Например, ЕСДП предусматривает 13 интервалов размеров в диапазоне до 500 мм, в пределах которых значения допусков устанавливаются постоянными.

При определении принадлежности размера к тому или иному интервалу необходимо помнить, что последнее число интервала относится к данному интервалу, а первое к предыдущему. Например, допуски для номинального размера 10 мм надо брать в интервале размеров св. 6 до 10, а допуск размера 6 мм необходимо брать из интервала св. 3 до 6 мм.

В системе допусков для каждого номинального размера необходимо предусмотреть возможность назначения допусков различной величины в зависимости от выполняемых функций нормируемого элемента детали. Например, допуск на изготовление диаметра для отвёртки должен быть гораздо больше, чем допуск на диаметр поршня насоса, несмотря на то, что номинальные размеры у них могут быть одинаковыми.

Система ЕСДП обеспечивает выполнение такой возможности введением рядов точности, которые называются квалитетами.

Квалитет (класс точности, степень точности) – это совокупность допусков, соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов: 01, 0, 1 – 18. Возрастание номера квалитета соответствует увеличению допуска.

В ЕСДП для указания положения поля допуска относительно номинального размера используется понятие основных отклонений и введено обозначение этих отклонений одной или двумя буквами латинского алфавита: прописной для отверстий (A, B, C, D) и строчной для валов (a, b, c, c.d, d). Для полей допусков, расположенных выше нулевой линии, за основное отклонение принимают нижнее отклонение, а для полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, основным отклонением является верхнее отклонение.

На рисунке 3 представлена схема расположения и обозначения полей допусков, определяемых основными отклонениями.

Отметим общепринятые назначения основных отклонений в ЕСДП и их особенности:

1 Основные отклонения **H** и **h** равны 0. Эти отклонения относятся к основному отверстию и основному валу. Поэтому они широко используются.

2 Основные отклонения валов от **a** до **h** (a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h) используют для получения посадок с зазором в системе отверстия. Основные отклонения отверстий от **A** до **H** (A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H) применяют для получения посадок с зазором в системе вала.

3 Основные отклонения валов от **j** до **n** (основные отклонения отверстий от **J** до **N**) предназначены для образования переходных посадок в системе отверстия и вала соответственно (j, js, k, m, n).

4 Для полей допусков, имеющих основные отклонения **js** и **Js** верхнее и нижнее отклонения располагаются строго симметрично относительно нулевой линии.

5 Основные отклонения валов от **p** до **zc** (p, r, s, t, uхy, z, za, zb, zc) используют для получения посадок с натягом в системе отверстия. Основные отклонения отверстий от **P** до **ZC** (P, R, S, T, U, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC) применяют для получения посадок с натягом в системе вала.

6 Величины одноимённых основных отклонений различные для разных интервалов размеров.

7 В пределах одного интервала размеров одноимённые основные отклонения, как правило, одинаковы для вала и отверстия, но с противоположными знаками.

Все поля допусков кроме **js** и **Js** ограничены горизонтальными линиями только с одной стороны: с нижней, если поле допуска расположено выше нулевой линии, или с верхней – если оно расположено ниже нулевой линии. Это объясняется тем, что при одном и том же номинальном размере для всех квалитетов допуск имеет различные значения, а основные отклонения не изменяются.

Поля допусков в ЕСПД образуются сочетанием одного из основных отклонений и допуском по одному из квалитетов. Например, для вала: $h7$, $f8$, $n8$, а для отверстия – $H5$, $K7$, $E9$. В этом сочетании основное отклонение определяет расположение поля допуска относительно нулевой линии, а квалитет – значение допуска.

Обозначение какого – либо размера с допуском включает в себя указание номинального размера и поля допуска: $120g6$, $\varnothing 100H8$, $\varnothing 20h7$.

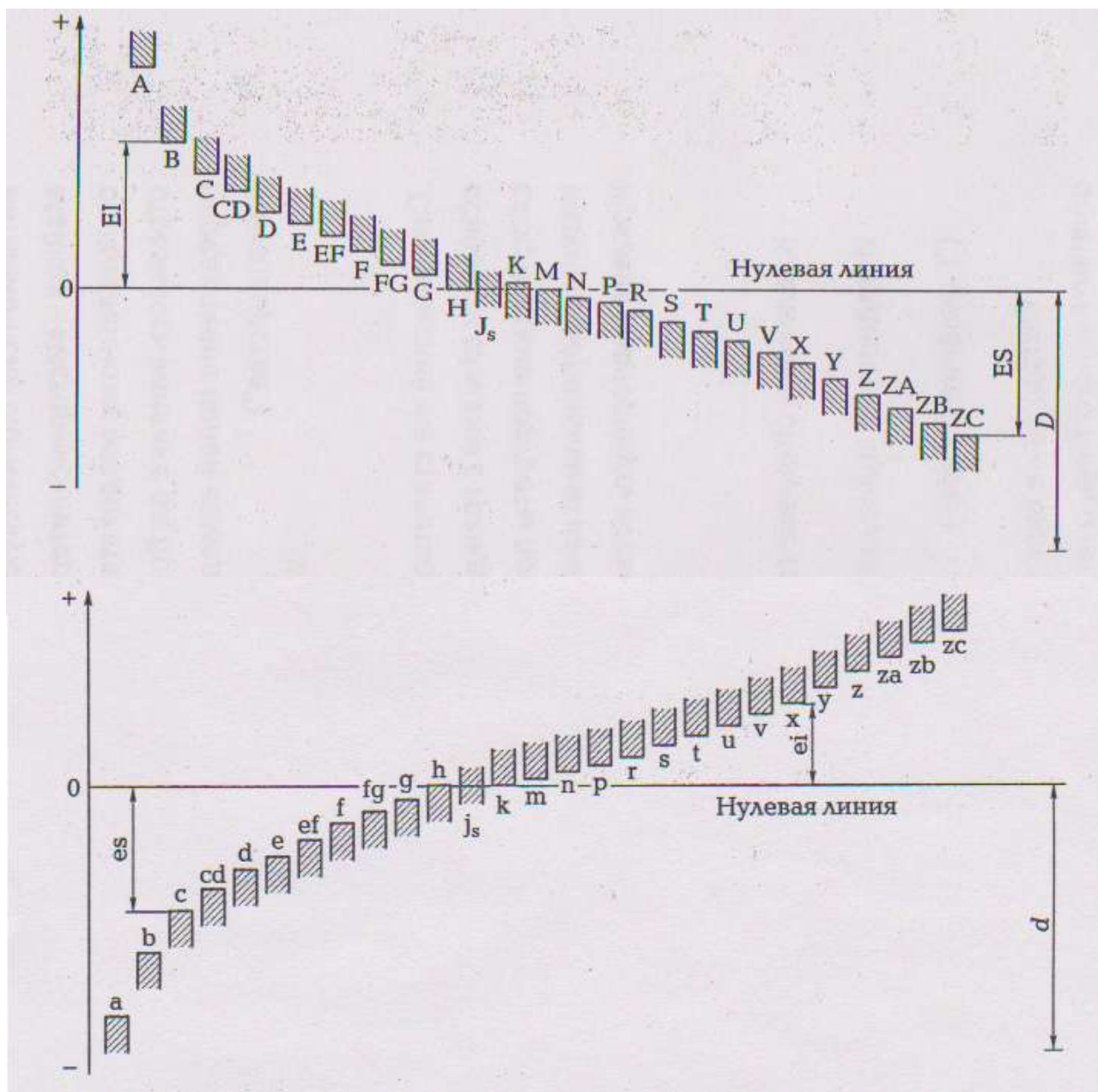


Рисунок 3 - Схема расположения и обозначения полей допусков, определяемых основными отклонениями

В обоснованных случаях допускается обозначать поле допуска с основным отклонением H символом $+IT$, с основным отклонением h символом $-IT$, с отклонениями js или Js символом $\pm IT/2$, например, $+IT14$, $-IT14$.

Посадка обозначается дробью, в числителе которой указывается обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе - обозначение поля допуска вала, например, H7/g6.

Обозначение посадки указывается после номинального размера посадки, например,

$$20 \text{ H7/f8} \begin{pmatrix} +0,021 \\ -0,007 \\ -0,020 \end{pmatrix}$$

2.2 Порядок выполнения работы

1. Выполнить задания в соответствии с заданным вариантом;
2. Сделать вывод;
3. Ответить на контрольные вопросы;
4. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

Задания:

В соответствии с вариантом, указанным в таблице 1:

1. Определить предельные отклонения валов или отверстий по заданным номинальным размерам и полям допусков; начертить схему расположения полей допусков.

Таблица 1 – Варианты задания №1

Вариант	Номинальный размер, мм	Поле допуска	Вариант	Номинальный размер, мм	Поле допуска
1	25	H8	6	150	u8
2	40	h7	7	75	e8
3	120	H7	8	130	K7
4	70	n8	9	80	f7
5	110	G7	10	50	s7

2. Определить величину допуска по заданному номинальному размеру и полю допуска; начертить схему расположения полей допусков.

Варианты задания указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты задания №2

Вариант	Номинальный размер, мм	Поле допуска	Вариант	Номинальный размер, мм	Поле допуска
1	10	h6	6	40	u8
2	16	s7	7	50	E9
3	18	H9	8	80	H9
4	20	K6	9	75	h8
5	25	H8	10	100	d11

2. Определить квалитет, по которому назначен допуск на изготовление вала.

Варианты задания указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты задания №3

Вариант	Номинальный размер, мм	Величина допуска, мкм	Вариант	Номинальный размер, мм	Величина допуска, мкм
1	8	4	6	16	27
2	40	16	7	50	7
3	320	89	8	250	46
4	25	9	9	80	190
5	32	160	10	400	140

4. Определить квалитет, по которому назначен допуск на изготовление отверстия.

Варианты задания указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Варианты задания №4

Вариант	Номинальный размер, мм	Величина допуска, мкм	Вариант	Номинальный размер, мм	Величина допуска, мкм
1	3	6	6	360	140
2	12	43	7	20	21
3	63	30	8	125	250
4	280	52	9	4	18
5	25	13	10	80	19

5. Определить годность валов по результатам их измерений.

Варианты задания указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Варианты задания №5

Вариант	Номинальный размер и предельные отклонения, мм	Действительный размер, мм	Вариант	Номинальный размер и предельные отклонения, мм	Действительный размер, мм
1	$100_{-0,075}^{-0,040}$	99,958	6	$24_{-0,140}$	23,980
2	$105_{-0,023}$	105,002	7	$75_{-0,030}^{-0,110}$	74,870
3	$125_{+0,004}^{+0,030}$	125,005	8	$36_{+0,060}^{+0,110}$	36,070
4	$100_{-0,012}^{+0,012}$	100,009	9	$95_{-0,046}$	95,000
5	$85_{+0,190}^{+0,260}$	85,200	10	$315_{-1,000}^{-0,340}$	314,470

6. Определить годность отверстий по результатам их измерений, установить вид брака: исправимый или неисправимый.

Варианты задания указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Варианты задания №6

Вариант	Номинальный размер и предельные отклонения, мм	Действительный размер, мм	Вариант	Номинальный размер и предельные отклонения, мм	Действительный размер, мм
1	$2^{+0,120}$	1,950	6	$8_{-0,020}^{-0,004}$	7,965
2	$40^{+0,060}$	40,038	7	$220_{-0,060}^{-0,015}$	219,980
3	$71_{-0,030}$	71,002	8	$180_{-0,040}$	180,020
4	$40_{-0,004}^{+0,009}$	3,996	9	$105_{-0,040}^{+0,090}$	105,042
5	$85^{+0,070}$	85,000	10	$160_{-0,014}^{+0,027}$	159,981

7. Определить предельные отклонения, величины наибольших и наименьших зазоров и натягов по заданным номинальным размерам и посадкам; начертить схему расположения полей допусков.

Варианты задания указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Варианты задания №7

Вариант	Номинальный размер, мм	Посадка	Вариант	Номинальный размер, мм	Посадка
1	Ø40	H7/h6	6	Ø50	G7/h6
2	Ø100	H7/f7	7	Ø75	K7/h6
3	Ø125	H7/r6	8	Ø90	H7/k6
4	Ø15	H7/p6	9	Ø110	E9/h8
5	Ø25	H8/u8	10	Ø150	D11/h11

8. Определить вид посадки (с зазором, натягом, или переходная) и систему (отверстия или вала), в которой назначена посадка.

Варианты задания указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Варианты задания №8

Вариант	1	2	3	4	5
Посадка	H6/m5	H9/e8	H5/g5	H7/r6	J _s 6/h5
	G7/h6	K6/h5	H7/p6	G6/h5	H8/u8
	H11/d11	H8/s7	K7/h6	H6/g5	H8/e8
Вариант	6	7	8	9	10

Посадка	H7/n6	D11/h11	Js7/h6	H7/g6	H8/u8
	E9/h8	H7/k6	H7/js6	G7/h6	H8/f9
	H11/h11	H8/s7	H7/h7	H7/f7	G6/h6

9. Подобрать по заданным наибольшим и наименьшим зазорам и натягам в соединения отверстия и вала посадку в системе отверстия при условии, что допуски отверстия и вала соединения назначены по одному качеству.

Варианты задания указаны в таблице 9.

Таблица 9– Варианты задания №9

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	Ø100	Ø120	Ø150	Ø15	Ø30	Ø50	Ø75	Ø25	Ø40	Ø20
Наибольший зазор, S _{max} , мкм	180	-	50	-	33	75	92	-	50	-
Наименьший зазор, S _{min} , мкм	72	-	14	-	7	25	0	-	0	-
Наибольший натяг, N _{max} , мкм	-	114	-	29	-	-	-	81	-	28
Наименьший натяг, N _{min} , мкм	-	44	-	7	-	-	-	14	-	2

2.3 Контрольные вопросы

1. Что называется допуском на размер?
2. Как взаимосвязаны понятия допуска и точности на размер?
3. Какой размер называется номинальным?
4. Что называется предельными отклонениями и как они влияют на величину поля допуска?
5. Что такое брак? Какой брак называется исправимым?
6. Какие виды посадок существуют? Каковы критерии подбора посадок?
7. Как рассчитывают посадки? Какие параметры необходимо при этом определить?

3 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Допуски и посадки шпоночных соединений»

Цель работы: формирование компетенций расчёта допусков и посадок шпоночных соединений.

3.1 Общие положения

Шпоночные соединения являются разъёмными, поэтому посадки в них осуществляются с зазором или переходные; причём тип посадки в основном зависит от нагруженности соединения.

Шпоночные соединения предназначены для соединения валов с зубчатыми колёсами, шкивами и служат для передачи крутящих моментов (вращательного движения).

Наиболее часто применяют соединения с призматическими шпонками, которые могут быть трёх исполнений: закрытыми по обоим концам (исполнение А); прямоугольными (исполнение В); с закруглением на одном конце (исполнение С). Исполнения призматических шпонок указаны на рисунке 4.

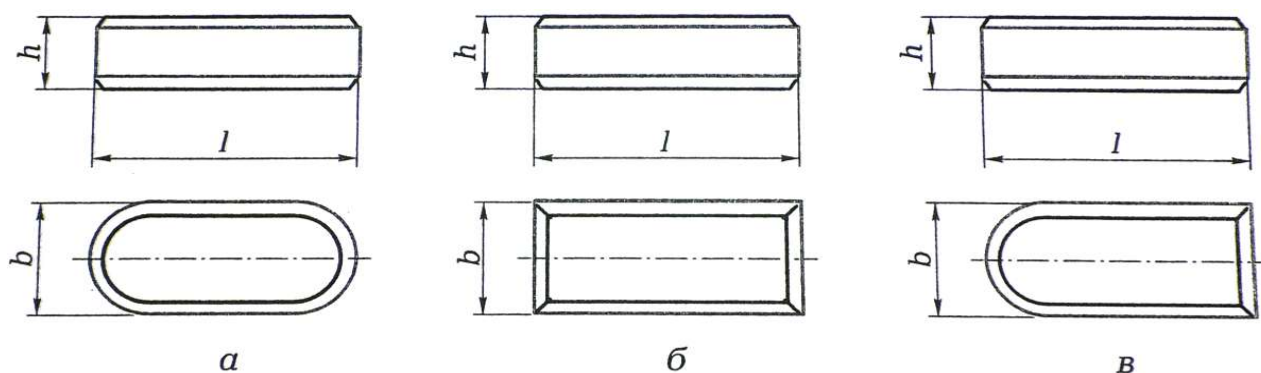


Рисунок 4 – Виды призматических шпонок

А – исполнение А; б – исполнение В; в – исполнение С

b – ширина шпонки; h – высота шпонки; l – длина шпонки

Призматические шпонки передают рабочие усилия боковыми сторонами, а по высоте между пазом втулки и самой шпонкой предусматривается гарантированный зазор. Шпонки должны надёжно крепиться в пазу вала и не выпадать из него, а сам паз при этом должен располагаться симметрично оси вала.

Шпоночные соединения выполняют в системе вала. Это позволяет изготавливать шпонки централизованно, что является экономически выгоднее.

Предельные отклонения размеров шпонок установлены в ГОСТ 23360 – 78 «Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечения пазов. Допуски и посадки».

За номинальный размер призматического шпоночного соединения принимают размер **b**, равный ширине шпонки, ширине паза под шпонку на валу и ширине паза во втулке. Стандартом установлены три вида соединений: свободное, нормальное и плотное.

Предельные отклонения ширины шпонки, пазов вала и втулки установлены для всех видов соединений. При свободном соединении они приняты для ширины шпонки – по h9, ширины паза вала – по H9, ширины паза втулки – по D10; при нормальном соединении они определены для ширины шпонки – по h9, ширины паза вала – по N9, ширины паза втулки – по Js9; при плотном соединении они установлены для ширины шпонки – по h9, ширины паза вала – по P9, ширины паза втулки – по P9. Схема расположения полей допусков по ширине шпонки изображена на рисунке 5.

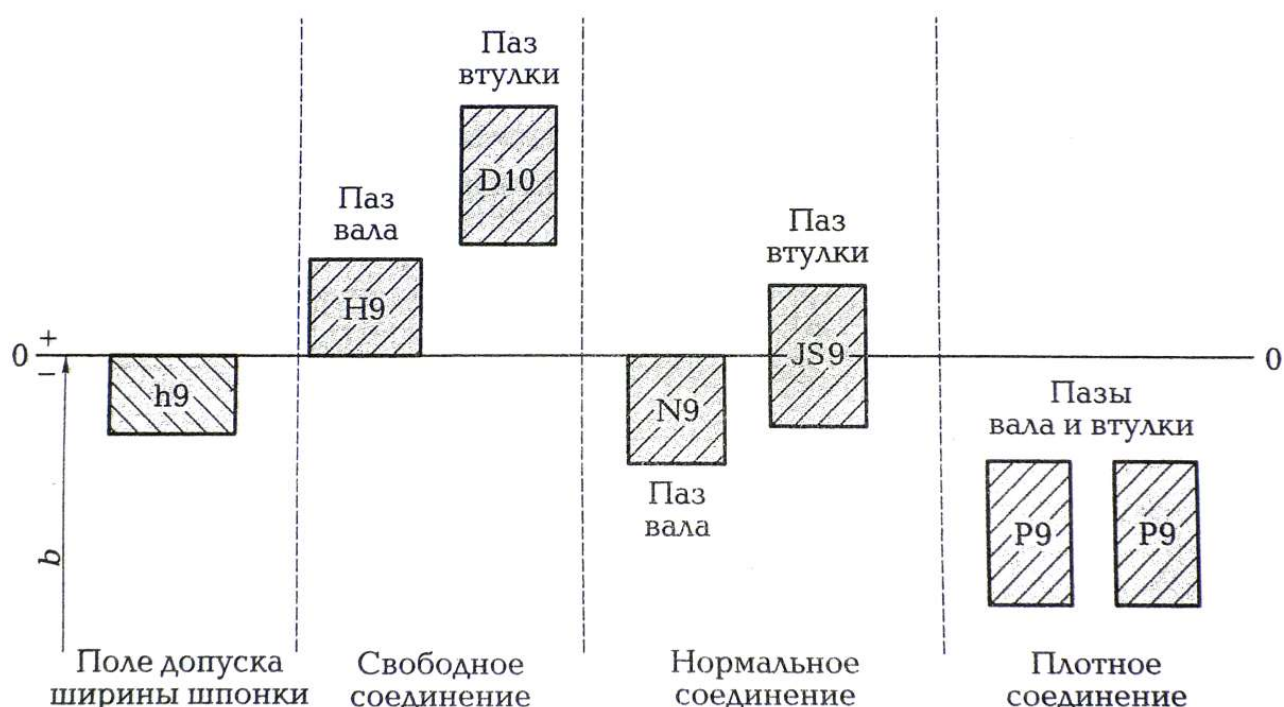


Рисунок 5 – Схема расположения полей допусков по ширине шпонки

Выбирая вид соединения, следует иметь в виду следующее:

- 1 свободное соединение применяется при действии нереверсивных равномерных нагрузок, а также для получения подвижных соединений при лёгких условиях работы (обеспечивается перемещение втулки вдоль вала);
- 2 нормальное соединение – это неподвижное соединение, не требующее частых разборок, не воспринимающее ударных реверсивных нагрузок;
- 3 плотное соединение, применяется для получения неподвижных соединений с запрессовкой деталей при сборке, а также для обеспечения надёжной работы соединения при реверсивных нагрузках.

Шпоночные соединения имеют и ряд недостатков: они не могут передавать большие вращающие моменты, обеспечивают центрирование хуже,

чем шлицевые соединения, а нагрузка между шпонками распределяется неравномерно. Кроме того, возможны смятия и срез шпонок, вызывающие перекося и смещение втулок.

Условное обозначение призматических шпонок включает в себя номер исполнения, значения ширины b , высоты h , длины l , в миллиметрах и номер стандарта, например: шпонка призматическая, второе исполнение, $b=18$ мм, $h=11$ мм, $l=100$ мм:

Шпонка 2 – 18×11×100 ГОСТ 23360 - 78

3.2 Порядок выполнения работы

Задание: в соответствии с вариантом, указанным в таблице 10:

1. Расшифровать условное обозначение шпоночного соединения;
2. Подобрать из таблицы 11 посадки для шпоночного соединения;
3. Определить из таблицы 11 предельные отклонения;
4. Начертить в масштабе схемы расположения полей допусков;
5. Рассчитать предельные зазоры и натяги;
6. Указать на чертежах шпоночного соединения, вала и втулки, представленных на рисунке 12, размеры и предельные отклонения;
7. Определить из таблицы 12 предельные отклонения несопрягаемых размеров шпонки;
8. Сделать вывод;
9. Ответить на контрольные вопросы;
10. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

Таблица 10 – Варианты задания

Вариант	Условное обозначение	Вид соединения
1	Шпонка 2×2×14 ГОСТ 23360 - 78	Свободное
2	Шпонка 3×3×25 ГОСТ 23360 - 78	Нормальное
3	Шпонка 4×4×40 ГОСТ 23360 - 78	Плотное
4	Шпонка 5×5×50 ГОСТ 23360 - 78	Свободное
5	Шпонка 6×6×28 ГОСТ 23360 - 78	Нормальное
6	Шпонка 8×7×63 ГОСТ 23360 - 78	Плотное
7	Шпонка 16×10×100 ГОСТ 23360 - 78	Свободное
8	Шпонка 18×11×160 ГОСТ 23360 - 78	Нормальное
9	Шпонка 22×14×125 ГОСТ 23360 - 78	Плотное
10	Шпонка 28×16×90 ГОСТ 23360 - 78	Свободное

Таблица 11 - Поля допусков и предельные отклонения, мкм, соединений с призматическими шпонками

Диаметр	Сечение	Виды соединения призматических шпонок по
---------	---------	--

вала d, мм	шпонки b×h, мм	ширине пазов b				
		свободное		нормальное		плотное
		вал +(H9)	втулка +(D10)	вал -(N9)	втулка (Js9)	вал и втулка -(P9)
Св. 6 до 8	2×2	25	60	4	+12	6
Св.8 до 10	3×3	0	20	29	- 12	31
Св.10 до 12	4×4	30 0	78	0	+15	12
Св.12 до 17	5×5		30	30	- 15	42
Св.17 до 22	6×6					
Св.22 до 30	8×7	36	98	0	+18	15
Св.30 до 38	10×8	0	40	36	- 18	51
Св.38 до 44	12×8	43 0	120	0	+21	18
Св.44 до 50	14×9		50	43	- 21	61
Св.50 до 58	16×10					
Св.58 до 65	18×11	52 0	149	0	+26	22
Св.65 до 75	20×12		65	52	- 26	74
Св.75 до 85	22×14					
Св.85 до 95	25×14					
Св.95 до 110	28×16					

Примечание: для обозначения полей допусков указаны значения верхних и нижних предельных отклонений.

Таблица 12 - Размеры призматических шпонок

Ширина b, мм (предельное отклонение h9)	Высота h, мм (предельное отклонение h11, h9)	Фаска s, мм	Длина l, мм (предельное отклонение h14)
2	2	0,16 – 0,25	6 - 20
3	3		6 - 36
4	4		8 - 45
5	5		10 - 56
6	6	0,25 – 0,40	14 - 70
8	7		18 - 90
10	8		22 - 110
12	8		28 - 140
14	9	0,40 – 0,60	36 - 160
16	10		45 - 180
18	11		50 - 200
20	12		56 - 220
22	14	0,60 – 0,80	63 - 250
25	14		70 - 280
28	16		80 - 320

Примечание: 1 Длины шпонок должны 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, 250, 280, 320 мм.

2 У шпонок с высотой $h=2-6$ мм предельные отклонения соответствуют $h9$.

3 Допускается применять шпонки с длиной, выходящей за пределы интервала длин, указанных в таблице 13.

3.3 Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены шпоночные соединения?
2. Какими геометрическими параметрами характеризуется призматическая шпонка?
3. Какая система допусков принята для шпоночных соединений?
4. Какой размер принимается за номинальный в шпоночных соединениях?
5. Перечислить недостатки шпоночных соединений.

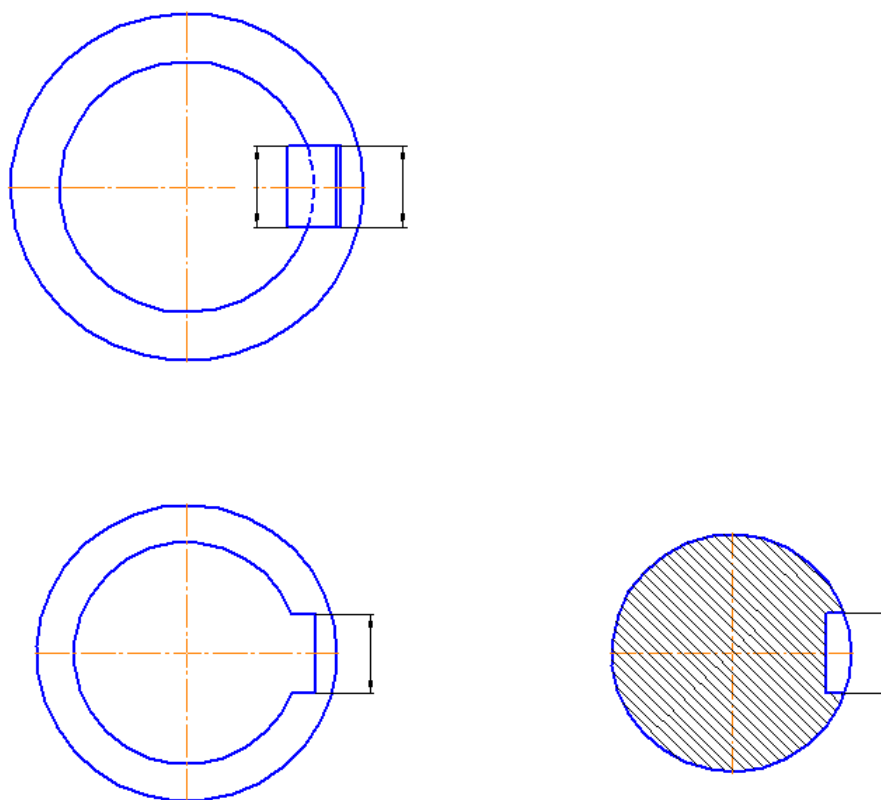


Рисунок 6 – Обозначение размеров и предельных отклонений на поперечных сечениях шпоночного соединения, вала и втулки

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: «Допуски и посадки шлицевых соединений».

Цель работы: формирование компетенций расчёта допусков и посадок шлицевых соединений.

4.1 Общие положения

Шлицевые соединения, как и шпоночные, предназначены для передачи крутящих моментов (вращательного движения) в соединении зубчатых колёс и других деталей с валами. В отличие от шпоночных шлицевые соединения могут передавать большие крутящие моменты и обеспечивают высокую точность центрирования. (Термин «центрирование» широко применяется в машиностроении и характеризует точность расположения осей поверхностей относительно друг друга).

В зависимости от профиля зубьев шлицевые соединения подразделяются на прямобочные, эвольвентные и треугольные.

Прямобочные шлицевые соединения распространены наиболее широко, однако эвольвентные соединения имеют перед ними ряд преимуществ: они могут передавать большие крутящие моменты, проще в изготовлении, лучше центрируют сопрягаемые детали и более долговечны.

Треугольные шлицевые соединения используют для передачи небольших крутящих моментов при тонкостенных втулках и посадках с натягом.

Рассмотрим прямобочные шлицевые соединения.

За номинальные размеры прямобочного шлицевого соединения приняты наружный D , внутренний d диаметры и размер b , равный толщине зуба вала и ширине паза втулки. Шлицевой вал фрезеруют червячными фрезами и шлифуют. Пазы отверстия втулки получают протягиванием с помощью набора протяжек.

Согласно ГОСТ 1139 – 80 «Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски» и ГОСТ 25346 – 89 в зависимости от эксплуатационных требований и технологии изготовления шлицов возможны три способа центрирования: по наружному диаметру D , внутреннему d и боковым сторонам зубьев b .

Центрирование по внутреннему диаметру обеспечивает точное центрирование и подвижность соединений при высокой твёрдости материала, из которого изготовлена втулка.

При центрировании по наружному диаметру подвижность соединений не предусматривается, а сопрягаемые детали термически не обрабатываются.

Центрирование по боковым сторонам зубьев применяется редко, в основном при передаче больших крутящих моментов при невысоких требованиях к точности центрирования.

Посадки строятся в системе отверстия и позволяют получать соединения одновременно по двум поверхностям: цилиндрической диаметром d или D и боковым сторонам зубьев или только боковым сторонам зубьев.

Шлицевые соединения выполняют в системе отверстия, при использовании которой существенно сокращается номенклатура дорогостоящих протяжек, предназначенных для обработки шлицевых втулок.

Стандартом установлено значительное число посадок для сопряжения вала и втулки. Рассмотрим наиболее предпочтительные из них.

При центрировании по внутреннему диаметру **d** следует применять посадки H7/f7; H7/g6 - по **d** и D9/h8; D9/h9; D9/j7; D9/k7; F10/e8; F10/f9; F10/h7; E10/j7 по ширине зуба **b**.

При центрировании по наружному диаметру **D** следует применять посадки H7/f7; H7/j6 – по **D** и F8/f7; F8/f8; F8/j7; D9/j7 - по **b**.

При центрировании по боковым поверхностям зубьев используют посадки F8/j7; D9/e8; D9/f8; F10/d9; F10/f8; F10/k7 по **b**.

Для нецентрирующих диаметров установлены следующие поля допусков:

- при центрировании по **d** или **b**:

Dвала – a11 и Dвтулки - H12;

- при центрировании по **D** или **b**:

dвала – a11 и dвтулки - H11.

Условные обозначения прямобочных шлицевых соединений включают в себя вид центрирования, число зубьев и параметры **d**, **D** или **b**.

Например, в обозначении

d – 8×36H7/e8×40H12/a11×7D9/f8

d определяет вид центрирования (по внутреннему диаметру), 8 – число шлицов, 36H7/e8 – внутренний диаметр 36 мм и посадку H7/e8 по этому диаметру, 40H12/a11 – наружный диаметр 40 мм и посадку H12/a11 по этому диаметру, 7D9/f8 – ширину шлица 7 мм и посадку D9/f8 по этому размеру.

При этом условное обозначение шлицевого вала имеет вид

d - 8×36e8×40a11×7f8,

a шлицевой втулки -

d - 8×36H7×40H12×7D9.

4.2 Порядок выполнения работы

Задание: в соответствии с вариантом, указанным в таблице 13:

1 Определить посадки по центрирующим поверхностям и допуски нецентрирующих диаметров прямобочного шлицевого соединения;

2 Определить из таблицы 15 предельные отклонения и данные занести в таблицу 14;

3 Начертить в масштабе схемы расположения полей допусков для номинальных размеров **D**, **d**, **b**;

4 Рассчитать предельные зазоры и натяги;

5 Обозначить поля допусков и посадок выбранного прямобочного шлицевого соединения на сборочном чертеже шлицевого соединения, представленного на рисунке 7, и чертежах шлицевого вала (рисунок 8) и шлицевой втулки (рисунок 9);

6 Сделать вывод;

- 7 Ответить на контрольные вопросы;
 8 Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

Таблица 13 - Варианты задания

Вариант	Условное обозначение
1	$d - 6 \times 23 \times 26 \times 6$
2	$D - 10 \times 28 \times 35 \times 4$
3	$b - 6 \times 26 \times 30 \times 6$
4	$d - 8 \times 36 \times 40 \times 7$
5	$D - 20 \times 82 \times 92 \times 6$
6	$d - 8 \times 32 \times 38 \times 6$
7	$b - 20 \times 92 \times 102 \times 7$
8	$D - 6 \times 11 \times 14 \times 3$
9	$b - 8 \times 46 \times 54 \times 9$
10	$D - 8 \times 42 \times 46 \times 8$

Таблица 14 - Предельные отклонения и допуски шлицевых деталей

Величина	Предельные отклонения и допуски шлицевых деталей, мкм					
	втулка _____			вал _____		
	D=	d=	b=	D=	d=	b=
Основное отклонение						
Неосновное отклонение						
Допуск						

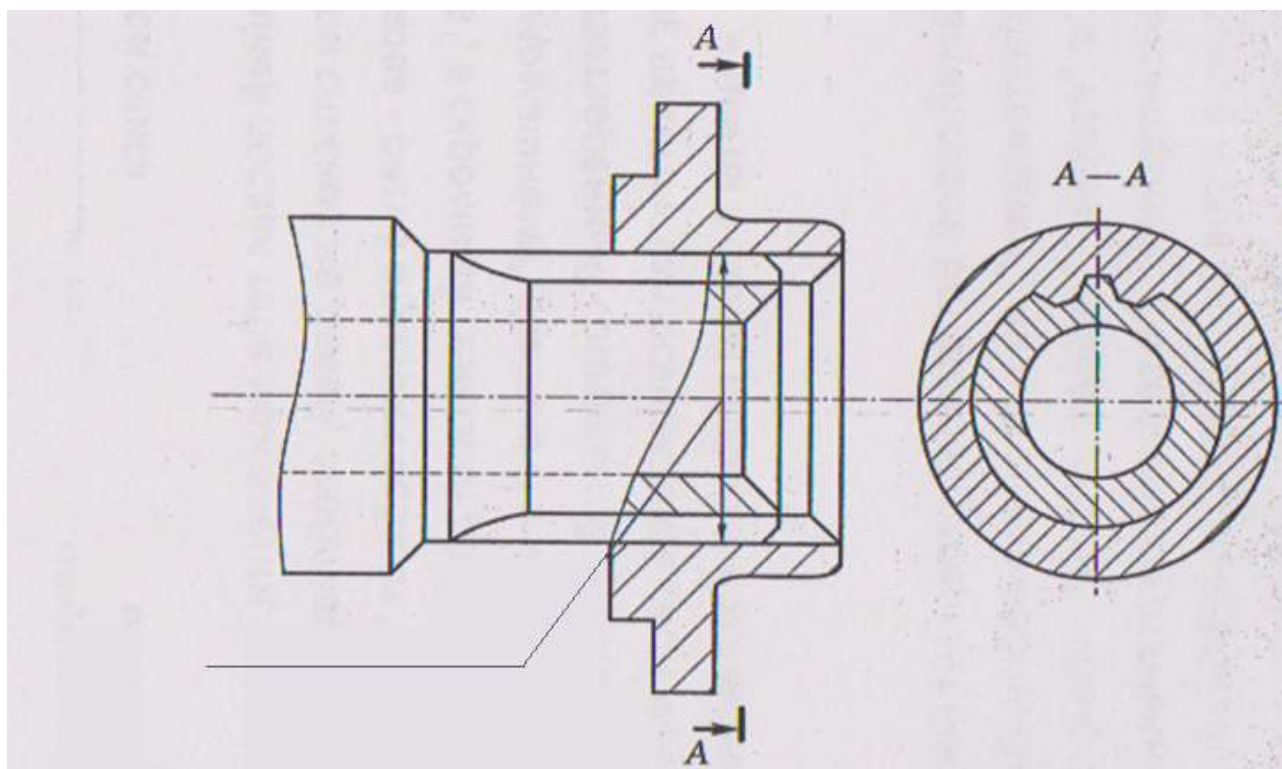


Рисунок 7 – Чертёж шлицевого соединения

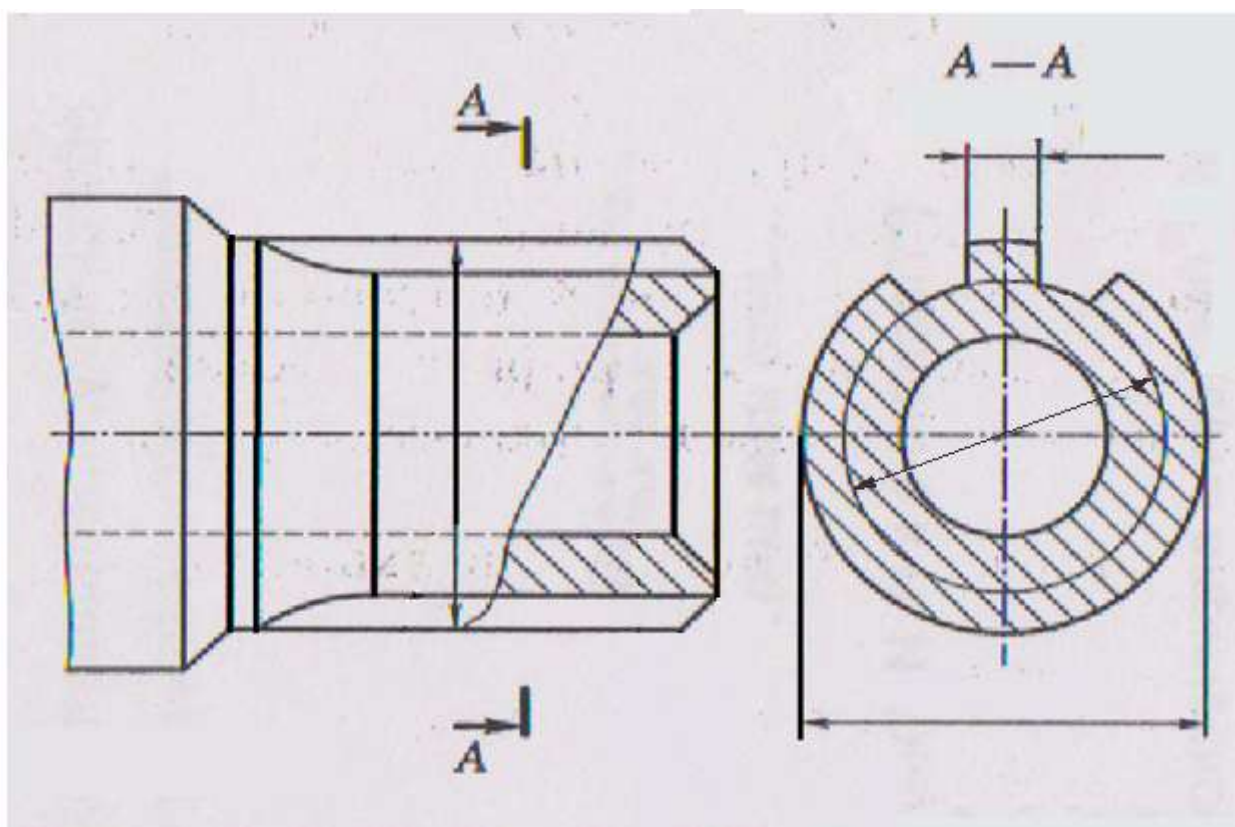


Рисунок 8 – Чертёж шлицевого вала

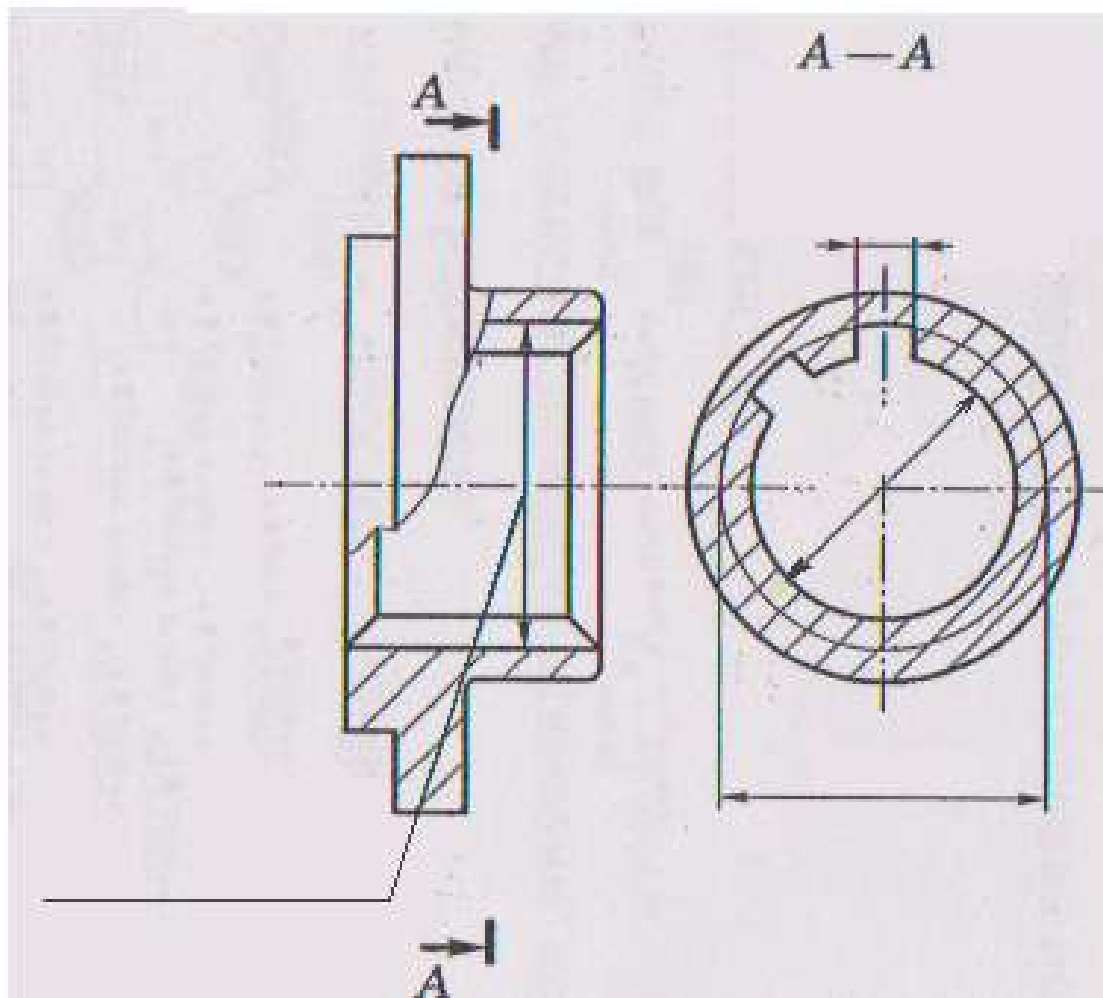


Рисунок 9 - Чертёж шлицевой втулки

Таблица 15 - Значения основных отклонений валов и отверстий

Интервалы размеров, мм	Верхнее отклонение вала - es всех квалитетов								
	a	b	c	d	e	f	g	h	js
	все квалитеты								
До 3	270	140	60	20	14	6	2	0	Предельное отклонение ± 0.5 IT
Св. 3 до 6	270	140	70	30	20	10	40	0	
Св. 6 до 10	280	150	80	40	25	13	5	0	
Св. 10 до 14	290	150	95	50	32	16	6	0	
Св. 14 до 18									
Св. 18 до 24	300	160	110	65	40	20	7	0	
Св. 24 до 30									
Св. 30 до 40	310	170	120	80	50	25	9	0	
Св. 40 до 50	320	180	130						
Св. 50 до 65	340	190	140	100	60	30	10	0	
Св. 65 до 80	360	200	150						
Св. 80 до 100	380	220	170	120	72	36	12	0	

Св. 100 до 120	410	240	180						
Св. 120 до 140	460	260	200	145	85	43	14	0	
Св. 140 до 160	520	280	210						
Св. 160 до 180	580	310	230						
Св. 180 до 200	660	340	240	170	100	50	15	0	
Св. 200 до 225	740	380	260						
Св. 225 до 250	820	420	280						
Св. 250 до 280	920	480	300	190	110	56	17	0	
Св. 280 до 315	1050	540	330						
Св. 315 до 355	1200	600	360						
Св. 355 до 400	1350	680	400	210	125	62	18	0	
Св. 400 до 450	1500	760	440						
Св. 450 до 500	1650	840	480	230	135	68	20	0	
Отверстия	Все квалитеты								
	A	B	C	D	E	F	G	Y	Js
	Нижнее отклонение отверстия +Ei								

4.3 Контрольные вопросы:

- 1 Для чего предназначены шлицевые соединения?
- 2 Как классифицируются шлицевые соединения?
- 5 В какой системе допусков выполняются шлицевые соединения?
- 6 Какой размер принят за номинальный в шлицевых соединениях?

5 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: «Допуски и посадки подшипников качения».

Цель работы: формирование компетенций расчёта допусков и посадок подшипников качения; проверка измеренных размеров подшипников по критерию годности.

5.1 Общие положения

Валы и вращающиеся оси фиксируются на опорах, которые определяют их положение в пространстве, обеспечивают вращение с наименьшими сопротивлениями, воспринимают нагрузки и передают их на неподвижное основание (например, корпус редуктора), на котором эти опоры крепятся. Основной функциональной частью опор являются подшипники.

В зависимости от вида трения подшипники делятся на подшипники скольжения и подшипники качения.

В зависимости от воспринимаемой нагрузки подшипники бывают:

- радиальные, воспринимающие радиальные нагрузки;
- упорные, воспринимающие осевые нагрузки;
- радиально – упорные, воспринимающие комбинированную нагрузку, включающую как радиальные, так и осевые силы.

Подшипник – стандартная сборочная единица; дополнительной обработке при сборке не подлежит.

Наиболее универсальные и массовые подшипники – шариковые радиальные.

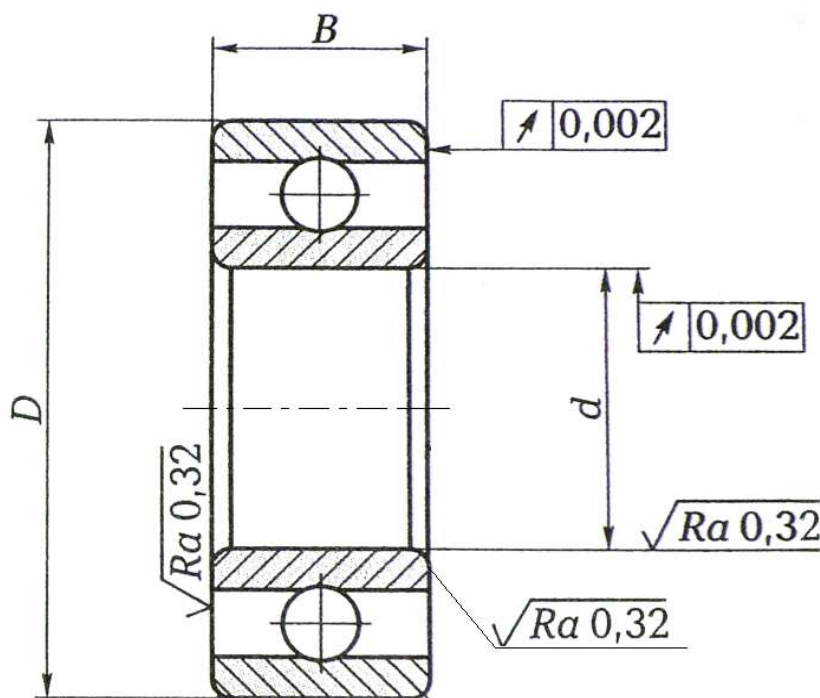


Рисунок 10 – Схема подшипника качения

Присоединительными поверхностями подшипника качения являются наружный диаметр D наружного кольца подшипника, внутренний диаметр d внутреннего кольца подшипника и торцы колец шириной (рисунок 10). В зависимости от точности изготовления и сборки ГОСТ 520 – 2002 «Подшипники качения. Технические требования» устанавливает девять классов точности, обозначаемых в порядке её возрастания: 8, 7, нормальный (0), 6X, 6, 5, 4, Т, 2. Подшипники 8 – го и 7 – го классов точности изготавливают по заказу потребителя.

Наружное кольцо подшипника должно сопрягаться с отверстием в корпусе в системе вала, а внутреннее кольцо подшипника должно сопрягаться с поверхностью вала в системе отверстия.

Внутреннее кольцо является основным отверстием, но его поле допуска в отличие от обычного основного отверстия расположено в области отрицательных значений (под нулевой линией).

Такое расположение вызвано тем, что поля допусков валов для соединения с отверстием подшипника выбирают из числа полей допусков ЕСДП. Так как кольца подшипников являются легкодеформируемыми деталями, то требуют при установке применения малых натягов, чтобы избежать заклинивания тел качения между кольцами или даже разрушения колец при сборке.

Таким образом, при сопряжении валов с отверстием, у которого поле допуска расположено в минус от номинального размера (нулевой линии), часть полей допусков валов, которые в системе ЕСДП использовались для получения посадок с небольшим зазором, будут образовывать с отверстием подшипника переходные посадки с небольшими натягами или зазорами, а поля допусков, обычно используемые для переходных посадок, будут образовывать с кольцами подшипников посадки с небольшим натягом (рисунок 11).

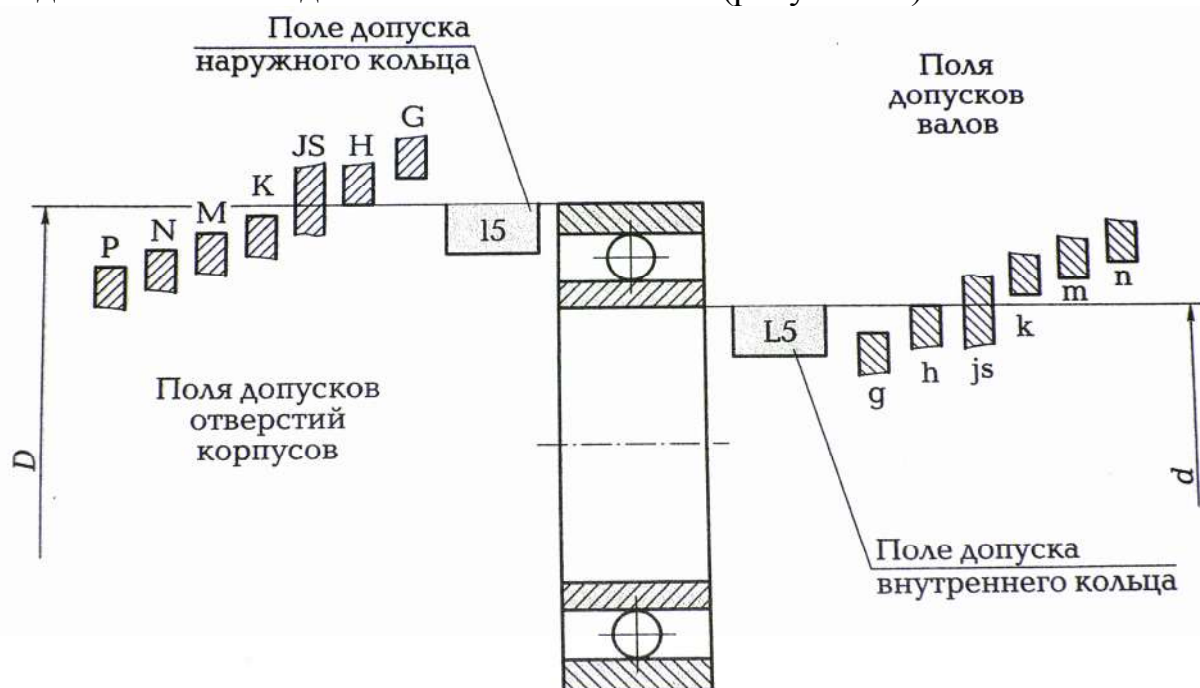


Рисунок 11 – Рекомендуемые посадки для различных видов сопряжения

На схемах поля допусков колец подшипников обозначают буквами L и l (соответственно внутреннего и наружного кольца) и цифрами соответствующего класса точности.

Таким образом, для среднего диаметра отверстия подшипника (внутреннего кольца подшипника) установлены поля допусков L0, L6, L5, L4, L2 по классам точности 0, 6, 5, 4, 2 соответственно. Для среднего диаметра вала (наружного кольца подшипника) установлены поля допусков l0, l6, l5, l4, l2.

Для обеспечения надёжной работы подшипниковых узлов в стандарт введены такие размеры как средний диаметр отверстия внутреннего кольца подшипника d_m , средний диаметр наружного кольца подшипника D_m , а также предельные отклонения для средних значений диаметров наружного D_m и внутреннего d_m колец подшипника. Они определяются по результатам действительных измерений наружного D и внутреннего d диаметров подшипника. Действительные значения средних диаметров находят из соотношений:

$$D_m = 0,5 (D_{\max} + D_{\min}), \quad (1)$$

$$d_m = 0,5 (d_{\max} + d_{\min}) \quad (2)$$

При этом требование к среднему диаметру является основным, и посадки осуществляются по значениям среднего диаметра. И если окажется, что размер кольца при измерении находится в поле допуска относительно номинального размера, а размер среднего диаметра выходит за пределы допуска, то такое кольцо считается браком.

Сопряжения подшипников осуществляется при соблюдении следующих соотношений между квалитетами (валов и отверстий) и классами точности:

Квалитеты валов и отверстий	4	5	6	7
Классы точности подшипников	2	4	5	6

Поля допусков отверстий для сопряжений по наружному кольцу подшипника обычно на один квалитет больше, чем для валов, т.е. точность отверстия на 60% меньше, чем у вала. Объясняется это тем, что изготавливать и измерять отверстие труднее и дороже, чем вал того же номинального значения, а характер посадки определяется не значениями размера одного из сопрягаемых размеров, а разностью их размеров.

Если подшипники предназначены для работы при повышенных температурах, то необходимо учитывать неравномерность нагрева их колец, и чем выше температура, тем больший натяг нужно использовать для сопряжения внутреннего кольца.

Посадки выбираются следующим образом: если внутреннее кольцо подшипника вращается относительно нагрузки (это встречается чаще всего в редукторах), то его устанавливают на вал посадкой с натягом (поля допусков вала k6, m6, n6), чтобы исключить проворачивание или обкатывание. Поля допуска диаметра отверстия в подшипнике обозначают L0, L6, L5, L4, L2 в соответствии с классом точности.

Внешнее кольцо подшипника в этом случае устанавливают в корпус с зазором с полем допуска чаще всего H7. Поля допусков наружного диаметра подшипника – 10, 16, 15, 14, 12. Это делается с целью равномерного изнашивания дорожки качения.

При неподвижном вале соединение внутреннего кольца с валом должно иметь посадку с небольшим зазором, а соединение наружного кольца с корпусом должно быть неподвижным.

С зазором монтируют то кольцо, которое испытывает местное нагружение, так как в этом случае улучшаются условия работы тел качения.

Кольца, которые подвергаются местному нагружению, должны устанавливаться с гарантированным зазором или по переходной посадке при минимальном натяге. Это необходимо для того, чтобы кольцо, подвергаемое местному нагружению, могло в процессе работы иногда проворачиваться, чтобы нагрузка не приходилась постоянно на одно место, так как это может привести к быстрому местному износу. При повороте колец в процессе эксплуатации износ подшипника будет происходить равномерно.

Рекомендуемые посадки для подшипников качения и примеры их применения приведены в ГОСТ 3325 – 85.

Например, $\varnothing 90L0/k6$ – посадка внутреннего кольца на вал. $\varnothing 90L0$ – поле допуска внутреннего кольца класса точности 0. Основное отклонение отверстия – L. $\varnothing 90k6$ – поле допуска вала по 6 – му квалитету.

$\varnothing 160H7/10$ – посадка наружного кольца в корпусе. $\varnothing 160H7$ – поле допуска отверстия в корпусе по 7 – му квалитету. $\varnothing 160l0$ – поле допуска наружного кольца класса точности 0. Основное отклонение – l.

Обозначение на сборочном чертеже посадок подшипников качения указано на рисунке 12.

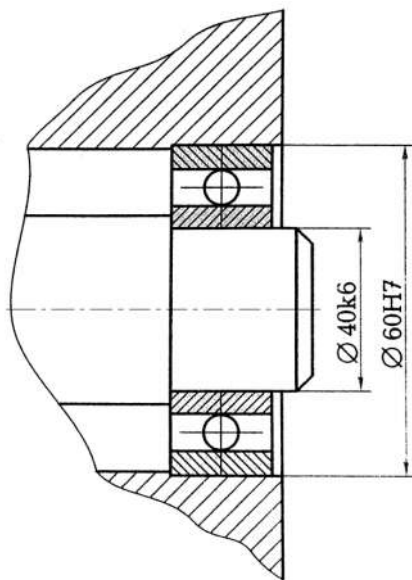


Рисунок 12 – Пример обозначения на сборочном чертеже посадок подшипника качения

5.2 Порядок выполнения работы

Задание: в соответствии с вариантом, указанным в таблице 16:

1. Подобрать из таблицы 17 и таблицы 18 поля допусков для соединения внутреннего кольца подшипника классов точности 0 и 6 с валом в зависимости от условий работы для сопряжения колец подшипника с валом и корпусом;
2. Начертить схему расположения полей допусков.
3. Рассчитать предельные и средние зазоры и натяги.
4. Определить типы полученных посадок.
5. Проверить измеренные размеры подшипников по критерию годности (см. пример решения);
6. Сделать вывод;
7. Ответить на контрольные вопросы;
8. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

Таблица 16 - Варианты заданий

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Измеренные значения внутреннего диаметра, мм		Условия работы
		d ₁	d ₂	
1	60	60,001	59,697	Ходовые колёса мостовых кранов
2	32	32,000	31,998	Коробка передач автомобилей
3	90	90,005	89,993	Коробки передач тракторов
4	40	40,000	39,984	Электродвигатели мощностью до 100 кВт
5	100	100,005	99,995	Сельскохозяйственные машины
6	80	80,001	79,985	Блоки грузоподъёмных машин
7	90	90,001	89,965	Ролики рольгангов тяжёлых станков
8	100	100,005	99,970	Опоры волновых передач
9	63	63,002	62,979	Центрифуги
10	100	100,002	99,973	Колёса тракторов, вагонеток

Таблица 17 - Предельные отклонения, мкм, размеров подшипников радиальных и радиально – упорных (выборка для классов точности 0, 6)

Номинальн ый диаметр отверстия d, наружный D, мм	Кольцо внутреннее					Кольцо внутрен нее и наружно е	Кольцо наружное		
	отверстие цилиндрическое			Up	Ri		В или С	Dm	D
	d _m	d							
	-Ei	-Ei	+Es	Не более		-ei	-ei	-ei	+es
Класс точности 0									
Св. 2,5 до 10	8	10	2	15	10	120	-	-	-
Св. 10 до 18	8	11	3	20	10	120	8	10	2
Св. 18 до 30	10	13	3	20	13	120	9	11	2
Св. 30 до 50	12	15	3	20	15	120	11	14	3
Св. 50 до 80	15	19	4	25	20	150	13	17	4
Св. 80 до 120	20	25	5	25	25	200	15	20	5
Св. 120 до 150	-	-	-	-	-	250	18	24	6
Св. 150 до 180	-	-	-	-	-	250	25	32	7
Св. 180 до 250	-	-	-	-	-	300	30	38	8
Св. 250 до 315	-	-	-	-	-	35	44	9	60
Класс точности 6									
Св. 2,5 до 10	7	8	1	10	6	120	-	-	-
Св. 10 до 18	7	8	1	10	7	120	7	8	1
Св. 18 до 30	8	9	1	10	8	120	8	9	1
Св. 30 до 50	10	11	1	10	10	120	9	11	2
Св. 50 до 80	12	14	2	12	10	150	11	13	2
Св. 80 до 120	15	18	3	12	13	200	13	15	2
Св. 120 до 150	-	-	-	-	-	250	15	18	3
Св. 150 до 180	-	-	-	-	-	250	18	21	3
Св. 180 до 250	-	-	-	-	-	300	20	24	4
Св. 250 до 315	-	-	-	-	-	25	29	4	30

Примечание:1 В - ширина внутреннего и наружного колец, если они одинаковы; С - ширина наружного кольца: U_p - непостоянство ширины кольца, R_i - радиальное биение дорожки качения внутреннего кольца относительно его отверстия.

2 Для средних диаметров наружного и внутреннего колец, а также для ширины внутреннего кольца В или С отклонения e_s и E_s равны нулю.

Таблица 18 - Рекомендуемые поля допусков для установки подшипников качения на вал при заданных условиях, определяющих выбор полей допусков

Примеры машин и подшипниковых узлов	Рекомендуемые поля допусков для подшипников класса точности 0 и 6
Ролики ленточных конвейеров, подвесных дорог, опоры волновых передач	g6 (h6)
Колёса автомобилей, тракторов, вагонеток, самолётов, валки малых прокатных станков	g6, f6, js6 (j6)
Блоки грузоподъёмных машин, ролики рольгангов тяжёлых станков	k6
Сельскохозяйственные машины, центрифуги, редукторы коробок передач станков, цепные передачи	k6, h6, js6 (j6)
Электродвигатели мощностью до 100 кВт, коробки передач автомобилей и тракторов, крупные редукторы	k6, js6, m6
Колёса мостового крана	n6, p6, r6

Пример: при измерении внутреннего диаметра подшипника качения получены следующие значения: наибольший $d_1 = 100,003$ мм, наименьший $d_2 = 99,977$ мм. Определить годность кольца подшипника, если номинальный размер $d = 100$ мм, класс точности 0.

Решение:

По таблице 17 определяем предельные отклонения:

внутреннего диаметра d :

$$E_s = 0,005 \text{ мм}; \quad E_i = -0,025 \text{ мм};$$

среднего диаметра d_m

$$E_s = 0 \quad E_i = -0,020 \text{ мм};$$

Определяем предельные размеры:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= 100,005 \text{ мм}; & d_{\min} &= 99,975 \text{ мм}; \\ d_{m\max} &= 100,000 \text{ мм}; & d_{m\min} &= 99,980 \text{ мм}; \end{aligned}$$

Для установления годности кольца подшипника сопоставляем измеренные значения средние значения с соответствующими предельными размерами:

$$d_1 = 100,003 \text{ мм} < d_{\text{max}} = 100,005 \text{ мм}$$

$$d_2 = 99,977 \text{ мм} > d_{\text{min}} = 99,975 \text{ мм};$$

Действительное значение среднего диаметра d_m определяем по формуле (2), т.е.

$$d_m = 0,5(100,003 + 99,977) = 99,990 \text{ мм}$$

также находится в пределах допуска.

Кольцо подшипника является годным.

5.3 Контрольные вопросы:

1. Перечислить классы точности подшипников.
2. Какие обозначения полей допусков приняты в соответствии со стандартом?
3. Как направлен допуск кольца подшипника при соединении с валом?
4. По какой системе осуществляют посадки наружного кольца подшипника с корпусом и посадки внутреннего кольца с валом?
5. Сформулировать критерий годности подшипников.

Список использованных источников:

1. Метрология, стандартизация, сертификация на транспорте: учебник для студ. сред.проф. образования / [И.А. Иванов, С.В. Урушев, А.А. Воробьёв, Д.П. Кононов]. – М.: Академия, 2009. – 336 с.: ил., табл.
2. Метрология, стандартизация, сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов, А. Д. Куранов]. – М.: Академия, 2009. – 288 с.: ил., табл.
3. Ильянков А.И. Метрология, стандартизация, сертификация в машиностроении: практикум: учеб.пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А.И. Ильянков, Н. Ю. Марсов, Л. В. Гутюм. – М.: Академия, 2012. – 154, [1] с.: ил., табл.
4. Маргвелашвили Л.В. Метрология, стандартизация, сертификация на транспорте: лабораторно – практические работы: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.В. Маргвелашвили. – М.: Академия, 2011. – 204, [1] с.: ил., табл.

Нормативные документы:

1. ГОСТ 25346 – 89. Основные нормы взаимозаменяемости ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 23 с.: ил., табл.
2. ГОСТ 25347 – 82. Основные нормы взаимозаменяемости ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки [Текст]. – Введ. 1983-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1982. – 53 с.: ил., табл.
3. ГОСТ 2. 307 – 68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений [Текст]. – Введ. 1971-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1968. – 22 с.: ил., табл.
4. ГОСТ 520 – 2002. Подшипники качения. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2003-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 70 с.: ил., табл.
5. ГОСТ 1139 – 80. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски [Текст]. – Введ.1982-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1980. – 12 с.: ил., табл.
6. ГОСТ 3325 – 85. Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки [Текст]. – Введ. 1987-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – 105 с.: ил., табл.
7. ГОСТ 23360 – 78. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки [Текст]. – Введ. 1980-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1978. – 17 с.: ил., табл.

Интернет-ресурсы:

К1 Библиотека ГОСТов и нормативных документов: список ГОСТов. – Режим доступа: <http://libgost.ru/4.php?cc=001.021.100>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(справочное)

Таблица 1- Предпочтительные поля допусков отверстий. Предельные отклонения

Интервал размеров	Поля допусков									
	H5	G6	H6	K6	G7	H7	K7	H8	E9	D11
	Предельные отклонения, мм									
От 1 до 3	+4 0	+8 +2	+6 0	0 -6	+12 +2	+10 0	0 -10	+14 0	+39 +14	+80 +20
Св. 3 до 6	+5 0	+12 +4	+8 0	+2 -6	+16 +4	+12 0	+3 -9	+18 0	+50 +20	+105 +30
Св. 6 до 10	+6 0	+14 +5	+9 0	+2 -7	+20 +5	+15 0	+5 -10	+22 0	+61 +25	+130 +40
Св. 10 до 18	+8 0	+17 +6	+11 0	+2 -9	+24 +6	+18 0	+6 -12	+27 0	+75 +32	+160 +50
Св. 18 до 30	+9 0	+20 +7	+13 0	+2 -11	+28 +7	+21 0	+6 -15	+33 0	+92 +40	+195 +65
Св. 30 до 50	+11 0	+25 +9	+16 0	+3 -13	+34 +9	+25 0	+7 -18	+39 0	+112 +50	+240 +80
Св. 50 до 80	+13 0	+29 +10	+19 0	+4 -15	+40 +10	+30 0	+9 -21	+46 0	+134 +60	+290 +100
Св. 80 до 120	+15 0	+34 +12	+22 0	+4 -18	+47 +12	+35 0	+10 -25	+54 0	+159 +72	+340 +120
Св. 120 до 180	+18 0	+39 +14	+25 0	+4 -21	+54 +14	+40 0	+12 -28	+63 0	+185 +85	+395 +145
Св. 180 до 250	+20 0	+44 +15	+29 0	+5 -24	+61 +15	+46 0	+13 -33	+72 0	+215 +100	+460 +170
Св. 250 до 315	+23 0	49 +17	+32 0	+5 -27	+69 +17	+52 0	+16 -36	+81 0	+240 +110	+510 +190
Св. 315 до 400	+25 0	+54 +18	+36 0	+7 -29	+75 +18	+57 0	+17 -40	+89 0	+265 +125	+570 +210
Св. 400 до 500	+27 0	+60 +20	+40 0	+8 -32	+83 +20	+63 0	+18 -45	+97 0	+290 +135	+630 +230

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(справочное)

Таблица 2 - Допуски для размеров до 500 мм

Интервал размеров, мм	Значение допуска для качества, мкм									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1100
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное)

Таблица 3 - Предпочтительные поля допусков валов

Поля допусков, мм	Поля допусков														
	g4	g5	m5	g6	k6	n6	p6	r6	f7	s7	e8	u8	f9	d11	h11
	Предельные отклонения, мкм														
От 1 до 3	-2	-2	+6	-2	+6	+10	+12	+16	-6	+24	-14	+32	-6	-20	0
	-5	-6	+2	-8	0	+4	+6	+10	-16	+14	-28	+18	-31	-30	-60
От 3 до 6	-4	-4	+9	-4	+9	+16	+20	+23	-10	+31	-20	+41	-10	-30	0
	-8	-9	+4	-12	+1	+8	+12	+15	-22	+19	-38	+23	-40	-105	-75
От 6 до 10	-5	-5	+12	-5	+10	+19	+24	+28	-13	+38	-25	+50	-13	-40	0
	-9	-11	+6	-14	+1	+10	+15	+19	-28	+23	-47	+28	-49	-130	-90
От 10 до 18	-6	-6	+15	-6	+12	+23	+29	+34	-16	+46	-32	+60	-16	-50	0
	-11	-14	+7	-17	+1	+12	+18	+23	-34	+28	-59	+33	-59	-160	-110
От 18 до 24	-7	-7	+17	-7	+15	+28	+35	+41	-20	+56	-40	+74 +41	-20	-65	0
От 24 до 30	-13	-16	+8	-20	+2	+15	+22	+28	-41	+35	-73	+81 +48	-72	-195	-130
От 30 до 40												+99 +60			
От 40 до 50	-9	-9	+20	-9	+18	+33	+42	+50	-25	+68	-50		-25	-80	0
	-16	-20	+9	-25	+2	+17	+26	+34	-50	+43	-89	+109 +70	-82	-240	-160

От 50 до 65	-10	-10	+24	-10	+21	+39	+51	+60 +41	-30	+83 +53	-60	+133 +87	-30	-100	0
От 65 до 80	-18	-23	+11	-29	+2	+20	+32	+62 +43	-60	+89 +59	-106	+148+ 102	-104	-290	-190
От 80 до 100	-12	-12	+28	-12	+25	+45	+59	+73 +51	-36	+106 +71	-72	+178 +124	-36	-120	0
От 100 до 120	-22	-27	+13	-34	+3	+23	+37	+76 +54	-71	+114 +79	-126	+198 +144	-123	-340	-220
От 120 до 140	-14	-14	+33	-14	+28	+52	+68	+88 +63	-43	+132 +92	-85	+233 +170	-43	-145	0
От 140 до 160	-26	-32	+15	-139	+3	+27	+43	+90 +65	-83	+140 +100	-148	+253 +190	-143	-395	-250
От 160 до 180								+93 +68		+148 108		+273 +210			
От 180 до 200	-15	-15	+37	-15	+33	+60	+79	+106 +77	-50	+168 +122	-100	+308 +236	-50	-170	0
От 200 до 225	-29	-35	+17	-44	+4	+31	+50	+109 +80	-96	+176 +130	-172	+330 +258	-165	-460	-290
От 225 до 250								+113 +84		+186 +140		+356 284			
От 250 до 280	-17	-17	+43	-17	+36	+66	+88	+126 +94	-56	+120 +158	-110	+396 +315	-56	-190	0
От 280 до 315	-33	-40	+20	-49	+4	+34	+56	+130 +98	-108	+222 +170	-191	+431 +350	-186	-510	-320

От 315до 355 От 355до 400	-18	-18	+46	-18	+40	+73	+98	+144	-62	+247	-125	+479	-62	-210	0
	-36	-43	+21	-54	+4	+37	+62	+108		+190		+390			
От 400до 450 От 450до 500	-20	-20	+50	-20	+45	+80	+10	+166	-68	+295	-135	+587	-68	-230	0
	-40	-47	+23	-60	+5	+40	0	+126		+232		+490			
							+68	+172	-131	+315	-232	+637	-223	-630	-400
								+132		+252		+540			

