



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

## **Практикум**

«Расчет посадок для подшипников  
качения»  
по дисциплине

# **«Взаимозаменяемость и нормирование точности»**

Авторы  
Закалин Е. Н.,  
Алексеева О. Д.

Ростов-на-Дону, 2018



## Аннотация

Практикум предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 27.03.01 Стандартизация и метрология.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Управление качеством»  
Закалин Е.Н.,  
ст. преподаватель кафедры «Управление качеством»  
Алексеева О.Д.





## Оглавление

Отчёт по работе .....	9
ЛИТЕРАТУРА .....	9

**Цель работы:** Уметь применять теоретический материал для решения задач по расчёту и выбору посадок для подшипников качения. прививать навыки работы со справочной литературой.

Подшипники качения, работающие при самых разнообразных нагрузках и частотах вращения, должны обеспечивать точность и равномерность перемещений подвижных частей машин и приборов, а также обладать значительной долговечностью. Работоспособность подшипников качения в большой степени зависит от точности их изготовления и характера соединения с сопрягаемыми деталями.

Поля допусков для соединения подшипников качения с валом и корпусом подбирают с учётом условий работы, типа размера, класса точности подшипника, а также вида нагружения его колец.

Система допусков и посадок, принятая для подшипников качения, обеспечивает взаимозаменяемость подшипников качения по их присоединительным размерам  $D$  и  $d$ , а также необходимое разнообразие посадок. Эта система, основанная на системе допусков и посадок для гладкого цилиндрического соединения, имеет ряд особенностей.

1. Для сокращения номенклатуры подшипников качения значения предельных отклонений, установленных на размеры  $D$  и  $d$ , зависят только от размеров и класса точности подшипников и не зависят от характера сопряжения подшипников с корпусами и валами.

2. Требуемый характер соединения колец подшипников с деталями механизмов достигается обработкой сопрягаемых поверхностей валов и отверстий в корпусах по предельным отклонениям соответствующим намеченным посадкам, т.е. для соединения подшипников качения с деталями механизмов приняты по наружному кольцу – система вала, а по внутреннему система отверстия.

3. Поля допусков наружного и внутреннего диаметра подшипников качения расположены ниже нулевой линии. Таким образом, поле допуска наружного диаметра подшипника  $D$  занимает такое же положение, как поле допуска основного вала, а поле допуска внутреннего диаметра  $d$  по сравнению с полем допуска основного отверстия перевернуто относительно нулевой линии.

Взаимозаменяемость и нормирование точности

4. Поля допусков, по которым обрабатывают посадочные поверхности валов и отверстий в корпусах в сочетании с полями допусков, установленными на диаметры подшипников качения  $D$  и  $d$ , образуют специальные посадки.

При выборе полей допусков учитывают тип машины, требования к точности вращения, характер нагрузок (постоянные, переменные, ударные) и другие эксплуатационные условия, а также тип, размеры и условия монтажа подшипников.

На характер соединения подшипников с деталями механизмов большое влияние оказывает вид нагружения колец подшипников качения. Вид нагружения зависит от того, какое кольцо вращается относительно результирующей радиальной нагрузки, действующей на подшипник. Различают три вида нагружения колец: местное, циркуляционное и колебательное.

**Пример.** Подшипник 1318, класс точности 0, вращается наружное кольцо, радиальная нагрузка умеренная с ударами и вибрацией, корпус массивный, вал сплошной, так как не указаны отношения  $d_{отв} / d$  или  $D/D_{корп}$ . Из справочника выпишем значения для внутреннего  $d = 90$  мм и наружного  $D = 190$  мм диаметров, ширины кольца  $b = 43$  мм, угла  $\beta = 8^\circ$ . Тип подшипника радиальный, сферический, двухрядный, средней серии. Вращается наружное кольцо, следовательно, оно является циркуляционно-нагруженным. Циркуляционно-нагруженное кольцо соединяется с отверстием в корпусе с натягом.

1. Для определения посадки следует подсчитать интенсивность радиальной нагрузки.

$$F_r = R/b \times k_1 \times k_2 \times k_3,$$

где  $F_r$  - интенсивность радиальной нагрузки,  $R$  - радиальная нагрузка в Н,  $b$  - ширина кольца в м,  $k_1$  - коэффициент, зависящий от характера нагрузки,  $k_2$  - коэффициент, учитывающий ослабление посадочного натяга при полом вале или тонкостенном корпусе,  $k_3$  - коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки  $R$  между рядами роликов в двухрядных роликоподшипниках.

Коэффициент  $k_1$  определяем по таблице 1:

Таблица 1

Характер нагрузки	Значения $k_1$
Нагрузка с умеренными толчками и вибрацией. Перегрузка до 150 %	1
Нагрузка с сильными ударами и вибрацией. Перегрузка до 300 %	1,8

## Взаимозаменяемость и нормирование точности

Так как в задаче даны сплошной вал и массивный корпус, то коэффициент  $k_2 = 1$ . Если полый вал или тонкостенный корпус, то коэффициент  $k_2$  надо искать по таблице 2.

Таблица 2

$d_{\text{отв}}/d$ или $D/D_{\text{корп}}$		Для вала			Для корпуса
Свыше	До	$D/d \leq 1,5$	$D/d = 1,5 \dots 2$	$D/d > 2 \dots 3$	Для всех подшипников
-	0,4	1	1	1	1
0,4	0,7	1,2	1,4	1,6	1,1
0,7	0,8	1,5	1,7	2	1,4
0,8	-	2	2,3	3	1,8

Примечание.  $d$  и  $D$  - соответственно диаметры внутреннего и наружного колец подшипника;  $d_{\text{отв}}$  - диаметр отверстия полого вала;  $D_{\text{корп}}$  - диаметр наружной поверхности тонкостенного корпуса.

Для того, чтобы найти коэффициент  $k_3$ , необходимо подсчитать выражение  $A \times \text{ctg} \beta / R$ , где  $A$  - осевая нагрузка,  $\text{ctg}$  угла определяем из таблицы 3.

Таблица 3

$\text{ctg}5^\circ$	$\text{ctg}6^\circ$	$\text{ctg}7^\circ$	$\text{ctg}8^\circ$	$\text{ctg}9^\circ$	$\text{ctg}10^\circ$	$\text{ctg}11^\circ$
11,430	9,514	8,144	7,115	6,314	5,671	5,145
$\text{ctg}12^\circ$	$\text{ctg}14^\circ$	$\text{ctg}15^\circ$	$\text{ctg}16^\circ$	$\text{ctg}17^\circ$	$\text{ctg}18^\circ$	$\text{ctg}19^\circ$
4,705	4,011	3,732	3,487	3,271	3,078	2,904

$$A \times \text{ctg} \beta / R = 7,14 \times 4500 / 25000 = 1,28$$

Пользуясь таблицей 4, находим коэффициент  $k_3 = 2$ .

Таблица 4

$A \times \text{ctg} \beta / R$		$k_3$
Свыше	До	
-	0,2	1,0
0,2	0,4	1,2
0,4	0,6	1,4
0,6	1,0	1,6
1,0	-	2,0

Подсчитаем  $F_r$

$$F_r = 25000 / 0,043 \times 1 \times 1 \times 2 = 1162790 \text{ Н/м} = 1163 \text{ кН/м}$$

2. Пользуясь таблицей 5, по интенсивности нагрузки найдем поле допуска для отверстия в корпусе. Нагрузке в 1163 кН/м и диаметру наружного кольца  $D = 190$  мм соответствует поле допуска  $K$ . Качество зависит от класса точности. Для классов точности

## Взаимозаменяемость и нормирование точности

подшипника 0 и 6 вал обрабатывается по 6 качеству, отверстие по 7, для 5 и 4 классов вал обрабатывается по 5 качеству, отверстие по 6, для 2 класса точности вал обрабатывается по 4 качеству, отверстие по 5.

Таблица 5

Диаметр d отверстия внутреннего кольца		Допускаемые значения $F_r$ , кН/м			
		Поля допусков для валов			
Свыше	До	$j_s$	k	m	n
18	80	До 300	300 – 1350	1350 – 1600	1600 – 3000
80	180	"550	550 – 2000	2000 – 2500	2500 – 4000
180	360	"700	700 – 3000	3000 – 3500	3500 – 6000
360	630	"900	900 – 3400	3400 – 4500	4500 – 8000
50	180	До 800	800 – 1000	1000 – 1300	1300 – 2500
180	360	"1000	1000 – 1500	1500 – 2000	2000 – 3300
360	630	"1200	1200 – 2000	2000 – 2600	2600 – 4000
630	1600	"1600	1600 – 2500	2500 – 3500	3500 – 5500

В рассматриваемой задаче класс точности подшипника 0, поэтому качество для отверстия в корпусе -7, тогда записываем - M7.

3. Для местно-нагруженного внутреннего кольца ищем поле допуска в таблице 6.

Таблица 6

Размеры посадочных диаметров		Посадка	
От	До	На вал	В корпус
Нагрузка спокойная или с умеренными толчками и вибрацией			
-	80	h	H
80	260	g, f	H
260	500	g, f	G
500	1600	f	G
Нагрузка с ударами и вибрацией			
-	80	h	H
80	260	h	H
260	500	g	G
500	1600	g	G

Диаметру вала 90 мм соответствует посадка на вал h6.

4. Найдем предельные отклонения для M7 и h6 из источника [1]. Отклонения для M7:  $ES = 0$ ,  $EI = -46$  мкм. Отклонение для h6:  $es = 0$ ,  $ei = -22$  мкм.

Взаимозаменяемость и нормирование точности

5. Находим отклонения для полей допусков внутреннего и наружного колец подшипника качения. Отклонения ищем в графиках, где обозначено  $d_m$  или  $D_m$ . Для внутреннего кольца  $ES = 0$ ,  $EI = -20$  мкм, для наружного кольца  $es = 0$ ,  $ei = -30$  мкм.

6. Строим схемы расположения полей допусков для двух соединений: «вал - внутреннее кольцо подшипника» и «отверстие в корпусе - наружное кольцо подшипника». Так как внутреннее кольцо подшипника является основным отверстием, обозначим его поле допуска  $L0$  (0 - обозначение класса точности).



Рисунок 1. Схема расположения полей допусков соединения «внутреннее кольцо – вал».

Местно-нагруженное кольцо соединяется с отверстием в корпусе с небольшим зазором, поэтому отметим на схеме соединения «вал - внутреннее кольцо» зазор  $S_{max}$ .

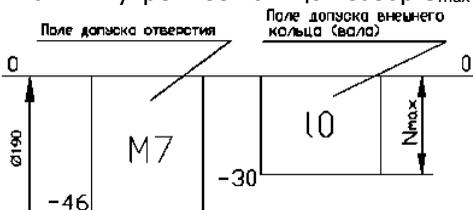


Рисунок 2. Схема расположения полей допусков соединения «отверстие в корпусе - наружное кольцо».

Обозначим поле допуска наружного кольца  $l0$  (0 - класс точности). На схеме покажем наибольший натяг  $N_{max}$  так как соединение отверстия в корпусе с наружным кольцом подшипника является неподвижным.

7. Запишем условное обозначение посадок для двух выше указанных соединений  $\varnothing 90 \frac{L0}{h6}$ , посадка для соединения «внутреннее кольцо – вал», где L - поле допуска внутреннего кольца, 0

$\frac{M7}{l0}$  - посадка для соединения «отверстие в корпусе - наружное кольцо», где M7 поле допуска и квалитет отверстия в корпусе, l - поле допуска наружного кольца, 0 - класс точности подшипника каче-

ния.

## Отчёт по работе

Отчёт по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта в виде таблицы.
3. Необходимые расчёты с обоснованием.
4. Схемы расположения полей допусков для двух соединений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. / Под ред. В.Д. Мягкова – Л.: Машиностроение, 1982.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1986.

Таблица 7 - Данные для самостоятельной работы

Вариант	№ подшипника	Вращается кольцо	Класс точности	Нагрузка		Характер нагрузки	$\frac{D}{D_{корп}}$	$\frac{d_{оме}}{d}$
				Радиальная, Н	Осевая, Н			
1	210	внутреннее	0	1200		умерен. с малой вибрацией		
2	203	внутреннее	0	3000		с толчками и вибрацией		
3	215	наружное	6	2000		с толчками и вибрацией	0.6	
4	314	внутреннее	0	28000		умерен. с малой вибрацией		0.5
5	1216	наружное	6	20000	4000	умерен. с малой вибрацией		

## Взаимозаменяемость и нормирование точности

6	1310	наружное	0	12000	2500	умерен. с малой вибрацией	0.8	
7	1340	внутреннее	0	25000	4000	с толчками и вибрацией		0.7
8	2212	внутреннее	6	30000		с толчками и вибрацией		
9	7218	наружное	6	20000	5000	умерен. с малой вибрацией	0.5	
10	1616	внутреннее	0	30000	10000	с толчками и вибрацией		
11	3628	наружное	6	16000	4000	с толчками и вибрацией	0.6	
12	3518	внутреннее	0	12000	2000	умерен. с малой вибрацией		0.7
13	1318	наружное	0	25000	4500	умерен. с малой вибрацией		
14	97516	внутреннее	6	30000	10000	умерен. с малой вибрацией	0.6	
15	1220	внутреннее	0	35000	10000	спокойная без толчков		
16	214	внутреннее	4	3000		кратковрем. перегрузки 200%		
17	36205	наружное	2	5300	1800	с толчками и вибрацией	0.5	
18	2207	внутреннее	5	21000		умерен. с малой вибрацией		
19	1305	наружное	0	4500	1500	с толчками и вибрацией		
20	3508	наружное	2	18000	9200	умерен. с малой вибрацией		
21	219	наружное	5	50000		умерен. с малой вибрацией		
22	224	внутреннее	4	80000		кратковрем. перегрузки		0.7
23	3512	внутреннее	6	42000	17500	умерен. с малой вибрацией		
24	1320	внутреннее	0	45000	12000	кратковрем. перегруз. 150%		
25	36209	наружное	0	11000	5400	с толчками и вибрацией	0.6	