

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкции конического редуктора; определение параметров зацепления, размеров зубчатых колес и элементов корпуса; регулировка радиального зазора подшипников, установка радиального зазора сопряженных колес.

Инструменты: штангенциркуль с пределом измерения до 250 мм; ключ 17х19, набор плоских щупов.

Подготовка к выполнению лабораторной работы: ознакомиться с теоретическим материалом по коническим зубчатым передачам [1, с. 96–156; 2, с. 112–113, 151–195, 205–21; 3, с. 74–78].

1. Общие сведения

Конические редукторы, кроме увеличения крутящего момента, позволяют передавать его под углом от 10° до 170° . Наиболее широкое распространение получили редукторы с $\Sigma = 90^\circ$, называемые ортогональными (рис. 2.1).

Конические колеса бывают с прямыми, косыми, круговыми и, редко, шевронными зубьями.

Конические прямозубые одноступенчатые редукторы обычно изготавливаются с передаточным числом U до 3–4 и окружными скоростями до 2–3 м/с. Для больших передаточных чисел и окружных скоростей применяют зубчатые колеса с косыми или круговыми зубьями.

Конические передачи сложнее цилиндрических в изготовлении и монтаже. Нарезание зубьев производится на специальных станках. При изготовлении конических зубчатых колес необходимо строго выдерживать допуски на зубчатые венцы, межосевой угол и углы начальных конусов шестерни и колеса, а при монтаже обеспечивать совпадение вершин конусов зубчатых колес.

Пересечение осей валов у конических передач затрудняет размещение опор и вызывает, как правило, необходимость консольного расположения шестерни, уменьшая тем самым жесткость вала. Кроме этого, диаметр делительной окружности зубчатого колеса имеет различные значения. В результате перечисленного одним из основных недостатков конической передачи является неравномерное распределение нагрузки по длине зуба, что приводит при высоких скоростях в

прямоугольным зацеплением к повышенному шуму. Подшипники вала-шестерни располагаются в стакане для обеспечения возможности регулирования радиального зацепления колес при сборке. Несмотря на это, конические передачи находят широкое применение в машиностроении, так как они позволяют передавать вращение между валами, расположенными под углом.

2. Описание лабораторной установки

Объектом лабораторных исследований является универсальный конический редуктор (рис. 2.1).

Редуктор состоит из корпуса 17, корпусных крышек подшипников 12 и 25, крышки подшипника 7, ведущего вала-шестерни 10, установленного в стакане 2, ведомого вала 16, на котором с помощью шпонки 11 устанавливается зубчатое колесо 19, подшипников качения 9 и 13, маслоотражающих колец 14, регулировочных тонких металлических прокладок 15 и 21, смотровой крышки 4, сливных резьбовых пробок 18 и 23, маслоуказателя 20, регулировочной гайки 22 с лапчатой шайбой 8, крепежных винтов 1, 3, 5, 26. Для предотвращения вытекания масла из корпуса и попадания внутрь пыли в корпусной крышке 25 и крышке подшипника 7 устанавливаются уплотнения 24 и 6.

Универсальность редуктора заключается в том, что корпус 17 вместе с ведущим валом 10 и стаканом 2 относительно корпусных крышек подшипников 12 и 25 может принимать два положения: вертикальное и горизонтальное (рис. 2.1).

При сборке конического редуктора такой конструкции предусмотрены три регулировки: радиального зазора в подшипниках ведущего вала, установки корпусных крышек подшипников 12 и 25 и радиального зазора в зубчатом зацеплении.

Регулировка радиального зазора в подшипниках ведущего вала 10 вызвана использованием радиально-упорных конических роликовых подшипников 9 и осуществляется перемещением гайки 22 с последующей фиксацией ее лапчатой шайбой 8.

Регулировка осевого положения ведомого вала 16 осуществляется с помощью набора тонких металлических прокладок 15, расположенных между корпусом редуктора 17 и корпусными крышками подшипников 12 и 25. Подбором металлических прокладок обеспечивается совпадение вершин делительных конусов в точке О (рис. 2.2) после сборки редуктора.

Регулировка радиального зазора в зацеплении осуществляется с помощью набора металлических регулировочных прокладок 21 между стаканом 2 и корпусом редуктора 17.

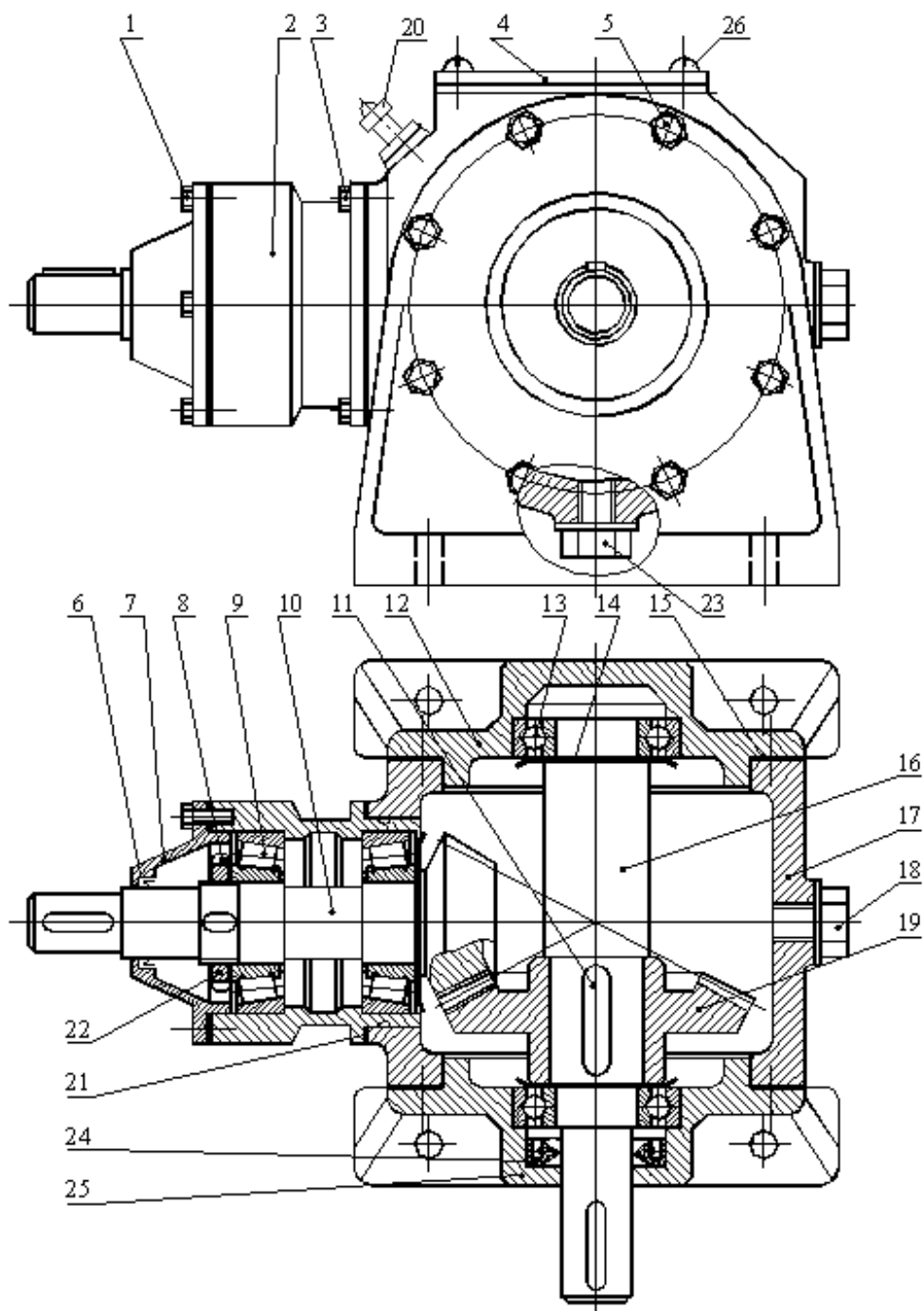


Рис. 2.1. Конический редуктор

Ведомый вал 16 устанавливается на радиальных шариковых

подшипниках 13 в корпусных крышках подшипников 12 и 25.

Правильность сборки редуктора проверяется поворотом ведущего и ведомого валов. В хорошо собранном редукторе валы должны легко проворачиваться рукой и не иметь ощутимых боковых и радиальных люфтов.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Разборка редуктора и составление его кинематической схемы

Отвернуть винты 3 и вынуть узел шестерни – стакан 2 в сборе с валом-шестерней 10, подшипниками 9 и крышкой 7.

Разобрать узел шестерни, отвернуть винты 1, снять крышку 7, отвернуть регулировочную гайку 22, предварительно отогнув лапку стопорной шайбы 8, а затем вынуть из стакана 2 вал 10 с шестерней и внутренними кольцами конических подшипников 9.

Отвернуть винты 5 и снять корпусные крышки подшипников 12 и 25. Достать вал 16 в сборе с колесом 19 и подшипниками 13.

Изучить конструкцию корпуса, крышек, стакана, подшипников, валов, зубчатых колес и уплотнений.

Выполнить кинематическую схему редуктора с обозначением быстроходного и тихоходного валов. Условные обозначения представлены в прил. 1. Пронумеровать колеса. Нумерацию начинают с быстроходного вала.

3.2. Определение основных параметров зацепления

Подсчитать число зубьев шестерни Z_1 и колеса Z_2 .

Замерить штангенциркулем внешнюю высоту зуба h_e (рис. 2.2) и ширину венца колеса b . Измеренные параметры занести в табл. 2.1.

С учетом того, что $h_e = 2,2m_e$, определим внешний окружной модуль зацепления m_e :

$$m_e = \frac{h_e}{2,2}.$$

Полученное значение необходимо округлить до ближайшего стандартного значения (табл. 1.3).

Найти передаточное число редуктора по формуле

$$U = \frac{Z_2}{Z_1}.$$

Таблица 2.1

Наименования параметров и единицы измерения	Значения
1. Число зубьев, шт.:	
шестерни Z_1	
колеса Z_2	
2. Внешняя высота зуба h_e , мм	
3. Ширина венца колеса b , мм	

Вычислить углы делительных конусов шестерни δ_1 и колеса δ_2 :
 $\delta_2 = \arctg(U)$ и $\delta_1 = 90 - \delta_2$.

Внешние диаметры делительных окружностей шестерни и колеса: $d_{e1} = m_e Z_1$ и $d_{e2} = m_e Z_2$.

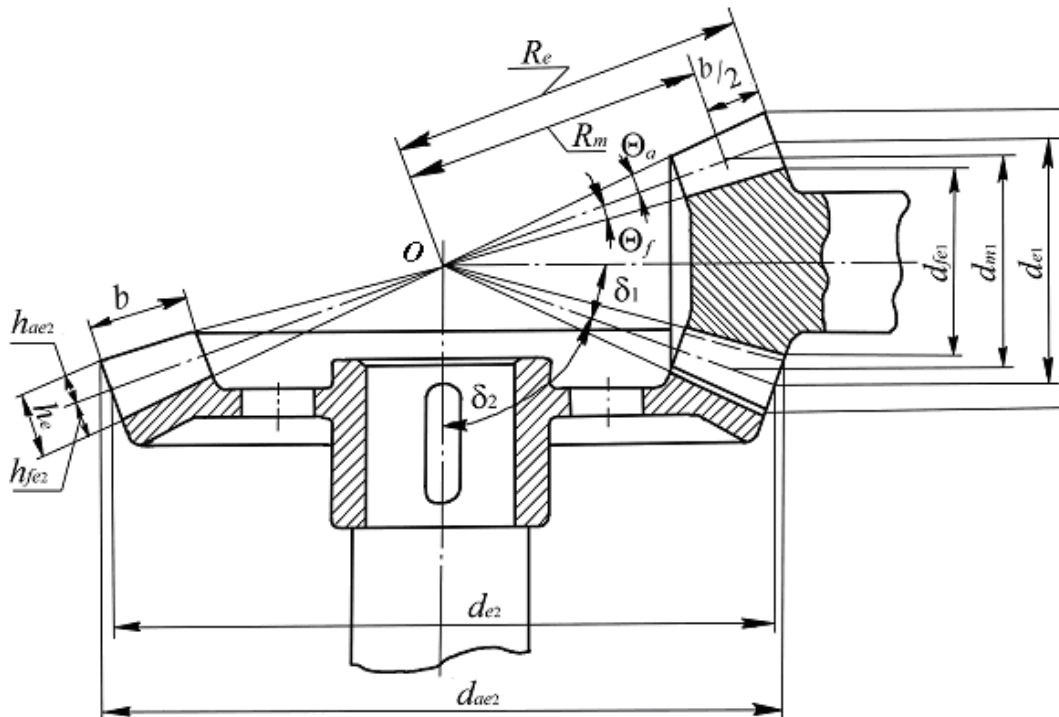


Рис. 2.2. Параметры конического зацепления

Внешние диаметры окружностей вершин зубьев:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos(\delta_1) \text{ и } d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos(\delta_2).$$

Внешние диаметры окружностей впадин зубьев:

$$d_{fe1} = d_{e1} - 2,4m_e \cos(\delta_1) \text{ и } d_{fe2} = d_{e2} - 2,4m_e \cos(\delta_2).$$

Внешнее конусное расстояние:

$$R_e = \frac{d_{e1}}{2 \sin(\delta_1)} = \frac{d_{e2}}{2 \sin(\delta_2)}.$$

Среднее конусное расстояние:

$$R_m = R_e - \frac{b}{2}.$$

Коэффициент ширины венца колеса:

$$\Psi_{R_e} = \frac{b}{R_e}.$$

Углы головки Θ_{ae} и ножки Θ_{fe} ножки зуба:

$$\Theta_{ae} = \arctg\left(\frac{m_e}{R_e}\right) \quad \text{и} \quad \Theta_{fe} = \arctg\left(\frac{1,2m_e}{R_e}\right).$$

Причем $\Theta_{a1} = \Theta_{f2}$ и $\Theta_{a2} = \Theta_{f1}$.

Средний модуль зубьев будет равен

$$m_m = m_e - b \sin\left(\frac{\delta_1}{Z_1}\right).$$

Все полученные параметры занести в табл. 2.2.

3.3. Определение основных параметров подшипников

Методика выполнения изложена в лабораторной работе 1 п. 3.3.

3.4. Сборка редуктора

Особенность сборки конического редуктора заключается в том, что отдельно собираются узлы ведущего и ведомого валов и после этого производятся их монтаж и регулировки.

Сборка узлов ведущего и ведомого валов выполняется в последовательности, обратной разборке. Перед установкой в корпус ведущего узла необходимо отрегулировать радиальный зазор в подшипниках 9 с помощью гайки 22 и шайбы 8.

Ведомый вал 16 в сборе вставляется в корпус 17 и устанавливается в корпусных крышках подшипников 12 и 25 на предварительно подобранные регулировочные прокладки 15.

Установить ведущий узел в корпус 17 и отрегулировать радиальный зазор в зацеплении с помощью металлических прокладок 21.

Правильность сборки редуктора проверяется поворотом ведущего и ведомого валов. В правильно собранном редукторе валы должны легко проворачиваться рукой и не иметь ощутимых радиальных и осевых люфтов.

Таблица 2.2

Наименования и обозначения	Шестерня	Колесо
1. Внешний модуль m_e , мм		
расчетный		
стандартный		
2. Средний модуль m_m , мм		
3. Передаточное число редуктора U		
4. Угол делительного конуса δ , °		
5. Диаметр внешней делительной окружности d_e , мм		
6. Диаметр Внешний вершин зубьев d_{ae} , мм		
7. Внешний диаметр впадин зубьев d_{fe} , мм		
8. Внешнее конусное расстояние R_e , мм		
9. Среднее конусное расстояние R_m , мм		
10. Коэффициент ширины венца ψ_{Re}		
11. Угол головки зуба Θ_a , °		
12. Угол ножки зуба Θ_f , °		

3.5. Определение кинематических и силовых параметров

Методика выполнения изложена в лабораторной работе 1 п. 3.5.

4. Содержание отчета

В отчете нужно привести: название и цель работы; краткое описание конструкции редуктора и его основных элементов; кинематическую схему редуктора с необходимыми обозначениями; параметры зацепления в виде табл. 2.1 и 2.2; схему конического зацепления; тип и номера подшипников в виде табл. 1.5; определение мощности на ведущем валу редуктора.

5. Контрольные вопросы

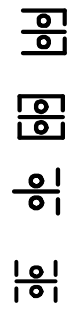
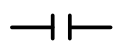
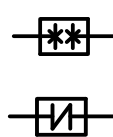

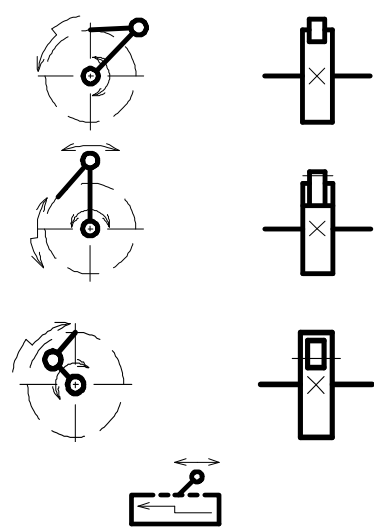
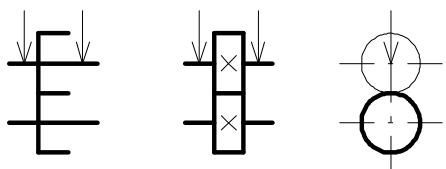
1. Назначение конического редуктора. 2. Чем объясняется неравномерность нагрузки зуба по его длине и за счет чего она может быть снижена? 3. Какие основные условия характеризуют правильность сборки редуктора? 4. Какой модуль для конического зубчатого колеса является расчетным и какой принят в качестве стандартного? 5. Почему зуб конического колеса имеет переменный модуль? 6. За-


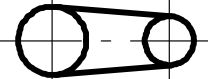
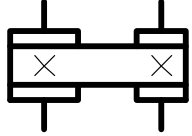
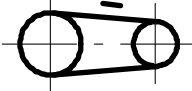
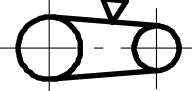
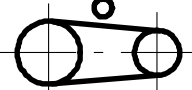

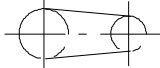
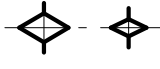
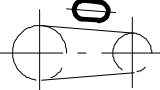


чем и как регулируют радиальный зазор в подшипниках и зацеплении?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

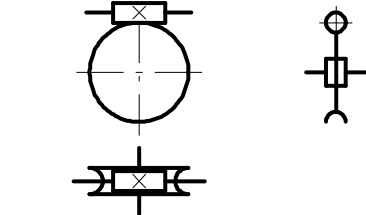
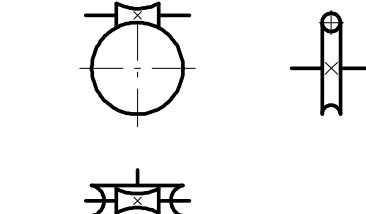
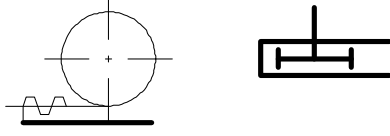

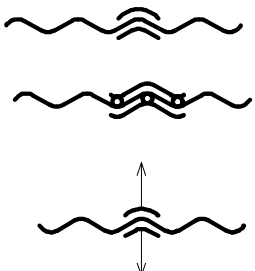
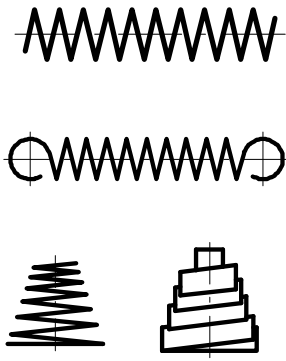
ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ В СХЕМАХ. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ (ПО ГОСТ 2.770-80)

Наименования	Обозначения
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.	
Гибкий вал для передачи вращающего момента	
Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой, например	
Кинематическая пара а) вращательная	
б) поступательная	
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) радиальные	
б) упорные	
Подшипники скольжения: а) радиальные	
б) радиально-упорные одно- сторонние	
в) радиально-упорные двух- сторонние	
г) упорные односторонние	
д) упорные двухсторонние	
Подшипники качения а) радиальные	



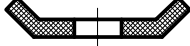
Наименования	Обозначения
б) радиально-упорные одно- сторонние в) радиально-упорные двух- сторонние г) упорные односторонние д) упорные двухсторонние	
Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
Муфта нерасцепляемая (неуправляемая): а) глухая б) упругая	
Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа	
Храповые зубчатые механизмы: а) с наружным зацеплением односторонние б) с наружным зацеплением двухсторонние в) с внутренним зацеплением односторонние г) с реечным зацеплением	
Фрикционные передачи с цилиндрическими роликами	

Наименования	Обозначения
Маховик на валу	
Передача ремнем без уточнения типа	 
Передача плоским ремнем	
Передача клиновидным ремнем	
Передача круглым ремнем	
Передача зубчатым ремнем	
<p>Передача цепью:</p> <p>а) общее обозначение без уточнения типа цепи</p> <p>б) круглозвенной</p> <p>в) пластинчатой</p> <p>г) зубчатой</p>	    

Наименования	Обозначения
<p>Передатки зубчатые (цилиндрические):</p> <p>а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p> <p>б) то же с прямыми зубьями</p> <p>косыми зубьями</p> <p>шевронными зубьями</p> <p>в) внутреннее зацепление</p>	
<p>Передатки зубчатые с пересекающимися валами и конические:</p> <p>а) общее обозначение без уточнения типа зубьев</p> <p>б) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями</p>	

Наименования	Обозначения
Червячные передачи с цилиндрическим червяком	
Червячные глобоидные передачи	
Передачи зубчатые реечные (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Винт, передающий движение	
Гайка на винте, передающем движение: а) неразъемная б) неразъемная с шариками в) разъемная	
Пружины: а) цилиндрические сжатия б) цилиндрические растяжения в) конические сжатия	

Окончание прил. 1

Наименования	Обозначения
г) цилиндрические, работающие на кручение	
д) рессора	
е) тарельчатые	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ
ОДНОРЯДНЫЕ (ПО ГОСТ 8388-75)

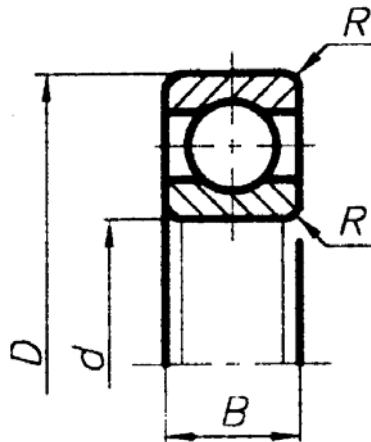


Рис. 1. Габаритные размеры шариковых радиальных однорядных подшипников

Таблица 1

Основные размеры и параметры шариковых
радиальных однорядных подшипников

Условное обо- значение под- шипника	d , мм	D , мм	B , мм	R , мм	Грузоподъемность, кН	
					динами- ческая C	стати- ческая C_0
1	2	3	4	5	6	7
<i>Особо легкая серия</i>						
100	10	26	8	0,5	4,62	1,96
101	12	28	8	0,5	5,07	2,24
104	20	42	12	1,0	9,36	4,5
105	25	47	12	1,0	11,2	5,6
106	30	55	13	1,5	13,3	6,8
107	35	62	14	1,5	15,9	8,5
108	40	68	15	1,5	16,8	9,3
109	45	75	16	1,5	21,2	12,2
110	50	80	16	1,5	21,6	13,2
111	55	90	18	2,0	28,1	17,0
112	60	95	18	2,0	29,6	18,3
113	65	100	18	2,0	30,7	19,6
114	70	110	20	2,0	37,7	24,5
115	75	115	20	2,0	39,7	26,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
116	80	125	22	2,0	47,7	31,5
117	85	130	22	2,0	49,4	33,5
118	90	140	24	2,50	57,2	39,0
119	95	145	24	2,5	60,5	41,5
120	100	150	24	2,5	60,5	41,5
<i>Легкая серия</i>						
200	10	30	9	1,0	5,9	2,65
201	12	32	10	1,0	6,89	3,1
202	15	35	11	1,0	7,8	3,55
203	17	40	12	1,0	9,56	4,5
204	20	47	14	1,5	12,7	6,2
205	25	52	15	1,5	14,0	6,95
206	30	62	16	1,5	19,5	10,0
207	35	72	17	2,0	25,5	13,7
208	40	80	18	2,0	32,0	17,8
209	45	85	19	2,0	33,2	18,6
210	50	90	20	2,0	35,1	19,8
211	55	100	21	2,5	43,6	25,0
212	60	110	22	2,5	52,0	31,0
213	65	120	23	2,5	56,0	34,0
214	70	125	24	2,5	61,8	37,5
215	75	130	25	2,5	66,3	41,0
216	80	140	26	3,0	70,2	45,0
217	85	150	28	3,0	89,5	53,0
218	90	160	30	3,0	95,6	62,0
219	95	170	32	3,5	108,0	69,5
220	100	180	34	3,5	124,0	79,0
<i>Средняя серия</i>						
300	10	35	11	1,0	8,06	3,75
301	12	37	12	1,5	9,75	4,65
302	15	42	13	1,5	11,4	5,4
303	17	47	14	1,5	13,5	6,65
304	20	52	15	2,0	15,9	7,8
305	25	62	17	2,0	22,5	11,4
306	30	72	19	2,0	29,1	14,6
307	35	80	21	2,5	33,2	18,0
308	40	90	23	2,5	41,0	22,4
309	45	100	25	2,5	52,7	30,0
310	50	100	27	3,0	61,8	36,0
311	55	120	29	3,0	71,5	41,5
312	60	130	31	3,5	81,9	48,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
313	65	140	33	3,5	92,3	56,0
314	70	150	35	3,5	104,0	63,0
315	75	160	37	3,5	112,0	72,5
316	80	170	39	3,5	124,0	80,0
317	85	180	41	4,0	133,0	90,0
318	90	190	43	4,0	143,0	99,0
319	95	200	45	4,0	153,0	110,0
320	100	215	47	4,0	174,0	132,0
<i>Тяжелая серия</i>						
403	17	62	17	2,0	22,9	11,8
405	25	80	21	2,5	36,4	20,4
406	30	90	23	2,5	47,0	26,7
407	35	100	25	2,5	55,3	31,0
408	40	110	27	3,0	63,7	36,5
409	45	120	29	3,0	76,1	45,5
410	50	130	31	3,5	87,1	52,0
411	55	140	33	3,5	100,0	63,0
412	60	150	35	3,5	108,0	70,0
413	65	160	37	3,5	119,0	78,1
414	70	180	42	4,0	143,0	105,0
416	80	200	48	4,0	163,0	125,0
417	85	210	52	5,0	174,0	135,0

ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ОДНОРЯДНЫЕ (ПО ГОСТ 831-75)

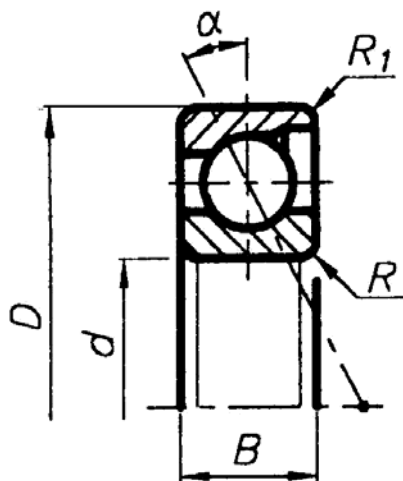


Рис. 2. Габаритные размеры шариковых радиально-упорных подшипников

Таблица 2

Основные размеры и параметры шариковых радиально-упорных подшипников

Условное обозначение подшипника		d , мм	D , мм	B , мм	R , мм	R_1 , мм	Грузоподъемность, кН			
							динамическая C типа		статическая C_0 типа	
$\alpha=12^\circ$	$\alpha=26^\circ$						36000	46000	36000	46000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Легкая серия</i>										
36202	46202	15	35	11	1,0	0,3	8,15	8,25	3,83	3,65
36203	—	17	40	12	1,0	0,3	12	—	6,12	—
36204	46204	20	47	14	1,5	0,5	15,7	14,8	8,31	7,64
36205	46205	25	52	15	1,5	0,5	16,7	15,7	9,1	8,34
36206	46206	30	62	16	1,5	0,5	22,0	21,9	12,0	12,0
36207	46207	35	72	17	2,0	1,0	30,8	29,0	17,8	16,4
36208	46208	40	80	18	2,0	1,0	38,9	36,8	23,2	21,3
36209	46209	45	85	19	2,0	1,0	41,2	38,7	25,1	23,1
36210	46210	50	90	20	2,0	1,0	43,2	40,6	27,0	24,9
36211	46211	55	100	21	2,5	1,2	58,4	50,3	34,2	31,5
36212	46212	60	110	22	2,5	1,2	61,5	60,8	39,3	38,8
36213	46213	65	120	23	2,5	1,2	—	69,4	—	45,9
36214	—	70	125	24	2,5	1,2	80,2	—	54,8	—
36215	46215	75	130	25	2,5	1,2	—	78,4	—	53,8
36216	46216	80	140	26	3,0	1,5	93,6	87,9	65,0	60,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36217	46217	85	150	28	3,0	1,5	101,0	94,4	70,8	65,1
36218	46218	90	160	30	3,0	1,5	118,0	111,0	83,0	76,2
36219	46219	95	170	32	3,5	2,0	134,0	–	95,0	–
–	46220	100	180	34	3,5	2,0	–	148,0	–	107,0

**ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ КОНИЧЕСКИЕ ОДНОРЯДНЫЕ
(ПО ГОСТ 333-79)**

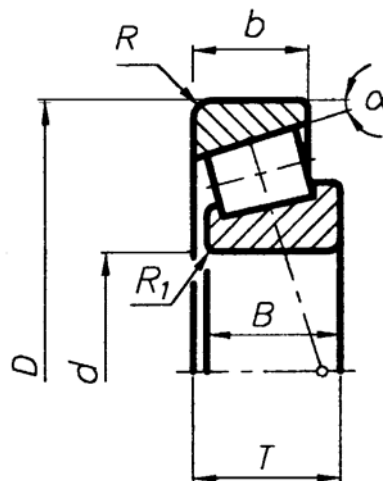


Рис. 3. Габаритные размеры роликовых конических однорядных подшипников

Таблица 3

**Основные размеры и параметры роликовых конических
однорядных подшипников**

Условное обозначение подшипника	Размеры, мм							Грузоподъемность, кН		Факторы приведенной нагрузки		
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ₁	динамическая <i>C</i>	статическая <i>C</i> ₀	<i>e</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i> ₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Легкая серия α=12÷16°</i>												
7202	15	35	12,0	11	9	1,0	0,3	10,5	6,1	0,451	1,329	0,731
7203	17	40	13,5	12	11	1,5	0,5	14,0	9,0	0,314	1,909	1,050
7204	20	47	15,5	14	12	1,5	0,5	21,0	13,0	0,360	1,666	0,916
7205	25	52	16,5	15	13	1,5	0,5	24,0	17,5	0,360	1,666	0,916
7206	30	62	17,5	16	14	1,5	0,5	31,0	22,0	0,365	1,645	0,905
7207	35	72	18,5	17	15	2,0	0,8	38,5	26,0	0,369	1,624	0,893

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7208	40	80	20,0	19	16	2,0	0,8	46,5	32,5	0,383	1,565	0,861
7209	45	85	21,0	20	16	2,0	0,8	50,0	33,0	0,414	1,450	0,798
7210	50	90	22,0	21	17	2,0	0,8	56,0	40,0	0,374	1,604	0,882
7211	55	100	23,0	21	18	2,5	0,8	65,0	46,0	0,411	1,459	0,802
7212	60	100	24,0	23	19	2,5	0,8	78,0	58,0	0,351	1,710	0,940
7214	70	125	26,5	26	21	2,5	0,8	96,0	82,0	0,369	1,624	0,893
7215	75	130	27,5	26	22	2,5	0,8	107,0	84,0	0,388	1,547	0,851
7216	80	140	28,5	26	22	3,0	1,0	112,0	95,0	0,421	1,426	0,784
7217	85	150	31,0	28	24	3,0	1,0	130,0	109,0	0,435	1,380	0,759
7218	90	160	33,0	31	26	3,0	1,0	158,0	125,0	0,383	1,565	0,861
7219	95	170	35,0	32	27	3,5	1,2	168,0	131,0	0,407	1,476	0,812
7220	100	180	37,5	34	29	3,5	1,2	185,0	146,0	0,402	1,493	0,821
<i>Легкая широкая серия $\alpha=12\div 16^\circ$</i>												
7506	30	62	21,5	20,5	17	1,5	0,5	36,0	27,0	0,365	1,645	0,905
7507	35	72	24,5	23,0	20	2,0	0,8	53,0	40,0	0,346	1,733	0,953
7508	40	80	25,0	23,5	20	2,0	0,8	56,0	44,0	0,381	1,575	0,866
7509	45	85	25,0	23,5	20	2,0	0,8	60,0	46,0	0,416	1,442	0,793
7510	50	90	25,0	23,5	20	2,0	0,8	62,0	54,0	0,421	1,426	0,784
7511	55	100	27,0	25,0	21	2,5	0,8	80,0	61,0	0,360	1,666	0,916
7512	60	110	30,0	28,0	24	2,5	0,8	94,0	75,0	0,392	1,528	0,840
7513	65	120	33,0	31,0	27	2,5	0,8	119,0	98,0	0,369	1,624	0,893
7514	70	125	33,5	31,0	27	2,5	0,8	125,0	101,0	0,388	1,547	0,851
7515	75	130	33,5	31,0	27	2,5	0,8	130,0	108,0	0,407	1,476	0,812
7516	80	140	35,5	33,0	28	3,0	1,0	143,0	126,0	0,402	1,493	0,821
7517	85	150	39,0	36,0	30	3,0	1,0	162,0	141,0	0,388	1,547	0,851
7518	90	160	43,0	40,0	34	3,0	1,0	190,0	171,0	0,388	1,547	0,851
7519	95	170	46,0	45,5	37	3,5	1,2	230,0	225,0	0,383	1,565	0,861
7520	100	180	49,5	46,0	39	3,5	1,2	250,0	236,0	0,402	1,493	0,821
<i>Средняя серия $\alpha=10\div 14^\circ$</i>												
7304	20	52	16,5	16	13	2,0	0,8	26,0	17,0	0,296	2,026	1,114
7305	25	62	18,5	17	15	2,0	0,8	33,0	23,2	0,360	1,666	0,916
7306	30	72	21,0	19	17	2,0	0,8	43,0	29,5	0,337	1,780	0,979
7307	35	80	23,0	21	18	2,5	0,8	54,0	38,0	0,319	1,881	1,035
7308	40	90	25,5	23	20	2,5	0,8	66,0	47,5	0,278	2,158	1,187
7309	45	100	27,5	26	22	2,5	0,8	83,0	60,0	0,287	2,090	1,150
7310	50	110	29,5	29	23	2,5	1,0	100,0	75,5	0,310	1,937	1,065
7311	55	120	32,0	29	25	3,0	1,0	107,0	81,5	0,332	1,804	0,992
7312	60	130	34,0	31	27	3,0	1,0	128,0	96,5	0,305	1,966	1,081
7313	65	140	36,5	33	28	3,5	1,2	146,0	112,0	0,305	1,966	1,081
7314	70	150	38,5	37	30	3,5	1,2	170,0	137,0	0,310	1,937	1,065
7315	75	160	40,5	37	31	3,5	1,2	180,0	148,0	0,328	1,829	1,006

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7317	85	180	45,0	41	35	4,0	1,5	230,0	195,0	0,314	1,909	1,050
7318	90	190	47,0	43	36	4,0	1,5	250,0	201,0	0,319	1,881	1,035
<i>Средняя широкая серия $\alpha=11\div 15^\circ$</i>												
7604	20	52	22,5	21	18,5	2,0	0,8	31,5	22,0	0,298	2,011	1,106
7605	25	62	25,5	24	21	2,0	0,8	47,5	36,6	0,273	2,194	1,205
7606	30	72	29,0	29	23	2,0	0,8	63,0	51,0	0,319	1,882	1,035
7607	35	80	33,0	31	27	2,5	0,8	76,0	61,5	0,296	2,026	1,114
7608	40	90	35,5	33	28,5	2,5	0,8	90,0	67,5	0,296	2,026	1,114
7609	45	100	38,5	36	31	2,5	0,8	114,0	90,5	0,291	2,058	1,131
7611	55	120	46,0	44,5	36,5	3,0	1,0	160,0	140,0	0,323	1,855	1,020
7612	60	130	49,0	47,5	39	3,5	1,2	186,0	157,0	0,305	1,966	1,081
7613	65	140	51,5	48	41	3,5	1,2	210,0	168,0	0,328	1,829	1,006
7614	70	150	54,5	51	43	3,5	1,2	240,0	186,0	0,351	1,710	0,940
7615	75	160	58,5	55	46,5	3,5	1,2	280,0	235,0	0,301	1,996	1,198
7616	80	170	62,0	59,5	49	4,0	1,5	310,0	290,0	0,316	1,895	1,042
7618	90	190	68,0	66,5	53,5	4,0	1,5	370,0	365,0	0,301	1,996	1,198
7620	100	215	78,0	73	61,5	4,0	1,5	460,0	460,0	0,314	1,909	1,050
<i>Средняя серия* $\alpha=25\div 29^\circ$</i>												
27306	30	72	21,0	19,0	14,0	2,0	0,8	35,0	20,6	0,721	0,833	0,458
27307	35	80	23,0	21,0	15,0	2,5	0,8	45,0	29,0	0,786	0,763	0,420
27308	40	90	25,5	23,0	17,0	2,5	0,8	56,0	37,0	0,786	0,763	0,420
27310	50	110	29,5	29,0	19,0	3,0	1,0	80,0	53,0	0,797	0,752	0,414
27311	55	120	32,0	29,0	21,0	3,0	1,0	92,0	58,0	0,814	0,737	0,504
27312	60	130	34,0	31,0	22,0	3,5	1,2	105,0	61,0	0,699	0,858	0,472
27313	65	140	36,5	33,0	23,0	3,5	1,2	120,0	70,0	0,753	0,796	0,438
27315	75	160	40,5	37,0	26,0	3,5	1,2	150,0	93,5	0,826	0,726	0,400
27317	85	180	45,0	41,0	30,0	4,0	1,5	180,0	146,0	0,764	0,785	0,432
* По ГОСТ 7260-81												