

Сферические роликовые подшипники

Стандарты, габаритные размеры

Стандартные планы DIN 616
Сферические роликовые подшипники
DIN 635 / часть 2

Общая часть:

Сферические роликовые подшипники являются неразъемными двухрядными радиальными подшипниками.

В этих подшипниках два ряда бочкообразных роликов вращаются параллельно, удерживаемые внутренней сферической поверхностью наружного кольца. Такая конструкция подшипника позволяет компенсировать возможные перекосы между валом и корпусом, вызванные погрешностями механической обработки и установки.

Сферические роликовые подшипники нашли широкое применение в тяжелом машиностроении и оборудовании для горнодобывающей промышленности.

Они являются наиболее подходящими для приложений с высокими радиальными нагрузками или где возможно возникновение больших перекосов между валом и корпусом узла. Эти подшипники способны воспринимать небольшие осевые силы в обоих направлениях.

Из-за своих особых кинематических свойств, сферические роликовые подшипники способны работать только на низких и средних частотах вращения.

Стандартные сферические роликовые подшипники изготавливаются в основном с открытой конструкцией.

Для упрощения установки эти подшипники

часто используются с коническими отверстиями с конусностью 1:12, на что указывает суффикс К в обозначении подшипника, или с конусностью 1:30 для серий подшипников 240 и 241 (суффикс К30). Установка этих типов подшипников, как правило, осуществляется с помощью закрепительных или стяжных втулок, что позволяет устанавливать подшипники непосредственно на холоднотянутые или необработанные валы в приложениях, которые не требуют высокой точности их вращения.

В некоторых приложениях подшипники с коническим отверстием устанавливаются непосредственно на конические шейки валов.

Варианты конструкции (Рис. 1)

В зависимости от размера и серии, сферические роликовые подшипники NKE изготавливаются в нескольких различных вариантах конструкции.

Подшипники конструкции **MB** имеют центральный направляющий борт на внутреннем кольце и направляемый этим кольцом цельный механически обработанный латунный сепаратор. Стандартные подшипники конструкций **C** и **CE** имеют симметричные сферические ролики и оснащены штампованным стальным сепаратором.

Сферические роликовые подшипники NKE конструкции **E** имеют оптимизированную внутреннюю конструкцию и большие симметричные ролики, удерживаемые штампованным стальным сепаратором. Конические роликовые подшипники NKE конструкции **E** имеют более высокую грузоподъемность по сравнению с идентичными подшипниками обычной конструкции.

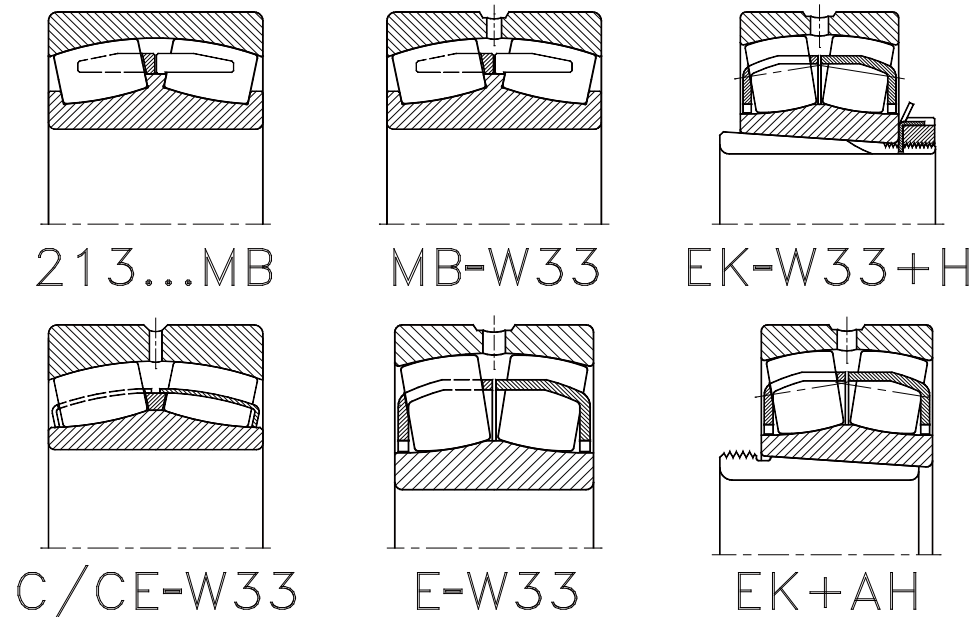


Рис. 1

Канавки и отверстия для смазывания

Стандартные сферические роликовые подшипники NKE, за исключением серии 213..., изготавливаются с некоторыми особенностями, упрощающими их смазывание и которые включают кольцевую канавку и отверстия для смазывания на наружном кольце. На эти особенности указывает суффикс **-W33** в обозначении подшипника.

Сепараторы

Стандартные сферические роликовые подшипники NKE конструкций **C** и **CE** обычно оснащаются штампованными стальными сепараторами.

Стандартные крупногабаритные подшипники в основном оснащаются механически обработанными латунными сепараторами (суффикс **MB** в обозначении подшипника).

Несколько типов стандартных сферических

роликовых подшипников оснащаются или штампованным стальным сепаратором или цельным латунным сепаратором.

Информацию по сферическим роликовым подшипникам с другими типами сепараторов можно получить в технической службе NKE.

Внутренний зазор

При рассмотрении групп внутренних зазоров сферических роликовых подшипников необходимо обратить внимание на их различие в подшипниках с цилиндрическим и коническим отверстием.

Из-за риска появления случайного предварительного натяга в подшипнике при его установке, подшипники с коническим отверстием имеют большую величину внутреннего зазора по сравнению с подшипниками с цилиндрическим отверстием, даже в той же самой группе зазоров.

Все стандартные сферические роликовые подшипники NKE изготавливаются с нормальной группой зазоров **CN**.

По заказу NKE изготавливает сферические роликовые подшипники с увеличенным зазором (группы радиальных зазоров **C3**, **C4** или **C5**) или уменьшенным радиальным зазором (группа зазоров **C2**).

Внутренние радиальные зазоры сферических роликовых подшипников NKE с диаметрами отверстия ≤ 250 мм (мкм)

Сферические роликовые подшипники с цилиндрическими отверстиями

Диаметр отверстия [мм]	> ≤	18 24		30 40		50 65		80 100		120 140		160 180		200 225	
		24 30	40 50	65 80	100 120	140 160	180 200	225 250							
Группа зазоров C2	мин	10	15	15	20	20	30	35	40	50	60	65	70	80	90
	макс	20	25	30	35	40	50	60	75	95	110	120	130	140	150
Группа зазоров CN (НОРМАЛЬНАЯ)	мин	20	25	30	35	40	50	60	75	95	110	120	130	140	150
	макс	35	40	45	55	65	80	100	120	145	170	180	200	220	240
Группа зазоров C3	мин	35	40	45	55	65	80	100	120	145	170	180	200	220	240
	макс	45	55	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320
Группа зазоров C4	мин	45	55	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320
	макс	60	75	80	100	120	145	180	210	240	280	310	340	380	420
Группа зазоров C5	мин	60	75	80	100	120	145	180	210	240	280	310	340	380	420
	макс	75	95	100	125	150	185	225	260	300	350	390	430	470	520

Сферические роликовые подшипники с коническими отверстиями

Группа зазоров C2	мин	15	20	25	30	40	50	55	65	80	90	100	110	120	140
	макс	25	30	35	45	55	70	80	100	120	130	140	160	180	200
Группа зазоров CN (НОРМАЛЬНАЯ)	мин	25	30	35	45	55	70	80	100	120	130	140	160	180	200
	макс	35	40	50	60	75	95	110	135	160	180	200	220	250	270
Группа зазоров C3	мин	35	40	50	60	75	95	110	135	160	180	200	220	250	270
	макс	45	55	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350
Группа зазоров C4	мин	45	55	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350
	макс	60	75	85	100	120	150	180	220	260	300	340	370	410	450
Группа зазоров C5	мин	60	75	85	100	120	150	180	220	260	300	340	370	410	450
	макс	75	95	105	130	160	200	230	280	330	380	430	470	520	570

Внутренние радиальные зазоры сферических роликовых подшипников NKE с диаметрами отверстия > 250 мм (мкм)

Сферические роликовые подшипники с цилиндрическими отверстиями

Диаметр отверстия [мм]	> ≤	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250
		280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	
Группа зазоров C2	мин	100	110	120	130	140	140	150	170	190	210	230	260	290	320	
	макс	170	190	200	220	240	260	280	310	350	390	430	480	530	580	
Группа зазоров CN (НОРМАЛЬНАЯ)	мин	170	190	200	220	240	260	280	310	350	390	430	480	530	580	
	макс	260	280	310	340	370	410	440	480	530	580	650	710	770	840	
Группа зазоров C3	мин	260	280	310	340	370	410	440	480	530	580	650	710	770	840	
	макс	350	370	410	450	500	550	600	650	700	770	860	930	1050	1140	
Группа зазоров C4	мин	350	370	410	450	500	550	600	650	700	770	860	930	1050	1140	
	макс	460	500	550	600	660	720	780	850	920	1010	1120	1220	1430	1560	
Группа зазоров C5	мин	460	500	550	600	660	720	780	850	920	1010	1120	1220	1430	1560	
	макс	570	630	690	760	840	910	980	1070	1160	1270	1410	1540	1820	1990	

Сферические роликовые подшипники с коническими отверстиями

Группа зазоров C2	мин	150	170	190	210	230	260	290	320	350	390	440	490	540	600
	макс	220	240	270	300	330	370	410	460	510	570	640	710	780	860
Группа зазоров CN (НОРМАЛЬНАЯ)	мин	220	240	270	300	330	370	410	460	510	570	640	710	780	860
	макс	300	330	360	400	440	490	540	600	670	750	840	930	1020	1120
Группа зазоров C3	мин	300	330	360	400	440	490	540	600	670	750	840	930	1020	1120
	макс	390	430	470	520	570	630	680	760	850	960	1070	1190	1300	1420
Группа зазоров C4	мин	390	430	470	520	570	630	680	760	850	960	1070	1190	1300	1420
	макс	490	540	590	650	720	790	870	980	1090	1220	1370	1520	1650	1800
Группа зазоров C5	мин	490	540	590	650	720	790	870	980	1090	1220	1370	1520	1650	1800
	макс	620	680	740	820	910	1000	1100	1230	1360	1500	1690	1860	2030	2220

Допуски

Стандартные сферические роликовые подшипники NKE изготавливаются с нормальным классом допусков (PN).

Классы допусков и величины допусков указаны в таблицах в разделе «Сведения о подшипниках/ Допуски» на стр. 61.

Несоосность

Оптимизированная конструкция сферических роликовых подшипников позволяет им компенсировать несоосность.

Максимальные допустимые угловые перекосы между валом и корпусом от оси вращения подшипника (Ψ) зависят от конструкции подшипника, его серии и фактических эксплуатационных условий.

Допустимы следующие величины перекосов:

Максимальные допустимые перекосы для сферических роликовых подшипников NKE

Серия подшипников	Максимальные допустимые перекосы $\Psi \leq [^\circ]$
213	1,0
222	1,5
223	2,0
230	1,5
231	1,5
232	2,5
239	1,5
240	2,0
241	2,5

Минимальная нагрузка

Подшипники качения требуют минимальной нагрузки во всех эксплуатационных условиях для кинематически корректного выполнения своих функций телами качения.

Для сферических роликовых подшипников NKE минимальная радиальная нагрузка должна составлять 2% от номинальной динамической нагрузки

Эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник

где $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ тогда $P = F_r + Y * F_a$

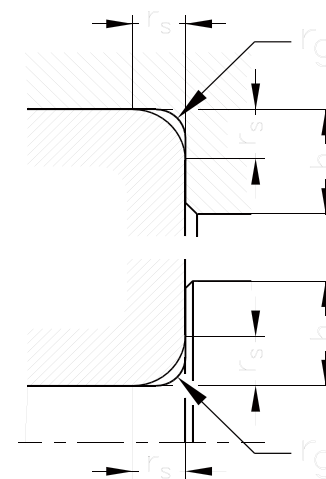
или, если $\frac{F_a}{F_r} > e$ тогда $P = 0,67 * F_r + Y *$

Величины коэффициентов «Y» и «e» приведены в таблицах изделий.

Эквивалентная статическая нагрузка на подшипник

Для сферических роликовых подшипников:

Размеры сопряженных деталей для сферических роликовых подшипников согласно стандарту DIN 5418



$r_{s \min}$	$r_{g \max}$	h_{\min} Серии подшипников			
		230	239	240	213, 231, 223, 241, 222, 233, 232
1	1	2,3			2,8
1,1	1	3			3,5
1,5	1,5	3,5			4,5
2	2	4,4			5,5
2,1	2,1	5,1			6
3	2,5	6,2			7
4	3	7,3			8,5
5	4	9			10
6	5	11,5			13
7,5	6	14			16
9,5	8	17			20

$$P_0 = F_r + Y_0 * F_a$$

Величины коэффициентов Y_0 приведены в таблицах изделий.

Размеры сопряженных деталей и галтелей

Фаски колец подшипника не должны касаться поверхностей галтелей вала и отверстия корпуса. Поэтому, наибольший радиус галтели заплечика (r_g или r_{g1}) должен быть меньше, чем минимальный размер фаски кольца подшипника (r_s), как показано на чертеже и в таблице ниже.

Величины размеров фасок подшипников указаны в таблицах изделий.

Сферические роликовые подшипники, устанавливаемые с закрепительной втулкой

В приложениях, где сферические роликовые подшипники и закрепительные втулки устанавливаются на цилиндрические валы без дополнительной осевой опоры (Рис. 2а), их способность воспринимать осевые силы ограничивается трением между внутренней поверхностью закрепительной втулки и поверхностью вала.

Допустимая осевая нагрузка может быть оценена с помощью следующей формулы:

$$F_{\text{amax}} \leq 3 \cdot d \cdot B$$

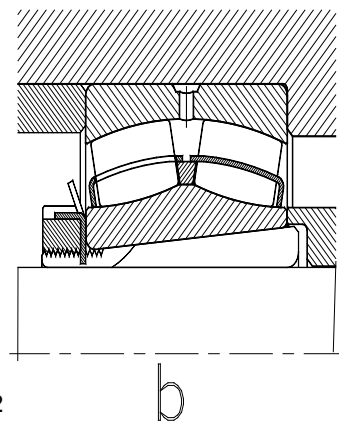
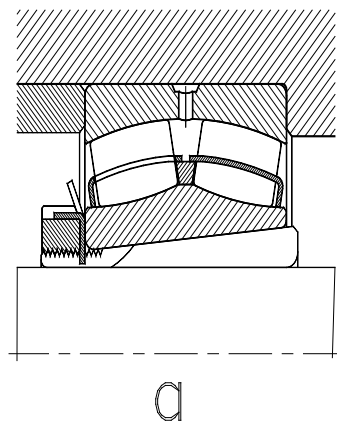


Рис. 2

Инструкции по установке

В процессе установки сферических роликовых подшипников с коническим отверстием необходимо уделить особое внимание сохранению минимального внутреннего радиального зазора в подшипнике после его установки.

Более подробная информация представлена в разделе «Хранение, установка и демонтаж подшипников качения» на стр. 190.

где:

F_{amax} максимальная допустимая осевая нагрузка сферического роликового подшипника, устанавливаемого на закрепительную втулку (Н)

B ширина подшипника (мм)

d диаметр отверстия подшипника (мм)

При высоких действующих осевых силах, кольца подшипника должны иметь дополнительные опоры, как показано на Рис. 2b.

При проектировании опорных колец могут быть использованы рекомендуемые для них размеры, указанные в таблице на стр. 546-547

подшипников, особенности:

- направляемые наружным кольцом цельные латунные сепараторы;
- более узкие допуски наружного и внутреннего кольца;
- более узкие допуски отверстия сферических

роликовых подшипников с цилиндрическим отверстием.

Сферические роликовые подшипники NKE SQ34 изготавливаются с цилиндрическим или коническим отверстием (конусность 1:12).

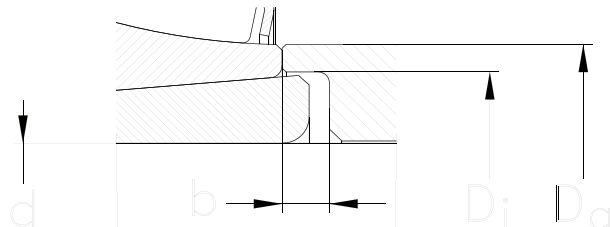
Допуски отверстий сферических роликовых подшипников NKE SQ34 (мкм)

Номинальный диаметр отверстия d (мм)	>	30	50	80	120	180	250
		≤	50	80	120	180	250
Отклонения	Δ_{dmp}	0	0	0	0	0	0
		-7	-9	-12	-15	-18	-21

Допуски внешнего диаметра наружных колец сферических роликовых подшипников NKE SQ34 (мкм)

Номинальный диаметр отверстия d (мм)	>	80	150	180	315	400	500
		≤	150	180	315	400	500
Отклонения	Δ_{Dmp}	-5	-5	-10	-13	-13	-15
		-13	-18	-23	-28	-30	-35

Размеры сопряженных деталей и опорных колец сферических роликовых подшипников (мм)



Диаметр вала (мм)	Номер ссылки отверстия	Серии подшипников								
		239..K			230..K			231..K		
		D _i	D _e макс	b мин	D _i мин	D _e макс	b мин	D _i мин	D _e макс	b мин
90	20	--	--	--	--	--	--	107	113	7
100	22	--	--	--	--	--	--	117	124	7
110	24	--	--	--	127	133	7	128	136	7
115	26	--	--	--	137	145	8	138	145	8
125	28	--	--	--	147	155	8	149	157	8
135	30	--	--	--	158	166	8	160	170	8
140	32	--	--	--	168	177	8	170	183	8
150	34	--	--	--	179	189	8	180	193	8
160	36	--	--	--	189	201	8	191	204	8
170	38	--	--	--	199	211	9	202	216	9
180	40	--	--	--	210	223	9	212	231	9
200	44	--	--	--	231	247	9	233	253	9
220	48	--	--	--	251	268	11	254	276	11
240	52	--	--	--	272	291	11	276	302	11
260	56	--	--	--	292	310	12	296	321	12
280	60	--	--	--	313	337	12	318	347	12
300	64	--	--	--	334	357	12	338	369	12
320	68	--	--	--	355	382	14	360	395	14
340	72	--	--	--	375	402	14	380	416	14
360	76	--	--	--	396	422	15	401	436	15
380	80	--	--	--	417	448	15	421	457	15
400	84	--	--	--	437	468	15	443	483	16
410	88	--	--	--	458	488	17	463	504	17
430	92	--	--	--	478	509	17	484	533	17
450	96	--	--	--	499	529	18	505	554	18
470	/500	516	543	18	519	550	18	527	578	18
500	/530	546	576	18	--	--	--	--	--	--
530	/560	577	609	18	--	--	--	--	--	--
560	/600	618	653	20	--	--	--	--	--	--
600	/630	649	688	20	--	--	--	--	--	--
630	/670	689	730	20	--	--	--	--	--	--
670	/710	730	770	22	--	--	--	--	--	--
710	/750	771	810	23	--	--	--	--	--	--
750	/800	822	865	25	--	--	--	--	--	--
800	/850	873	917	25	--	--	--	--	--	--
850	/900	923	972	27	--	--	--	--	--	--
900	/950	974	1030	27	--	--	--	--	--	--

Диаметр вала (мм)	Номер ссылки отверстия	Серии подшипников											
		222..K			232..K			213..K			223..K		
		D _i мин	D _e макс	b мин	D _i мин	D _e макс	b мин	D _i мин	D _e макс	b мин	D _i мин	D _e макс	b мин
20	05	28	31	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	06	33	37	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
30	07	39	43	5	--	--	--	39	47	7	--	--	--
35	08	44	48	5	--	--	--	44	53	5	45	52	5
40	09	50	54	7	--	--	--	50	59	5	50	58	5
45	10	55	59	9	--	--	--	55	66	5	56	63	5
50	11	60	67	10	--	--	--	60	72	6	61	68	6
55	12	65	71	9	--	--	--	65	79	6	66	74	6
60	13	70	79	8	--	--	--	70	85	6	72	83	6
60	14	75	84	11	--	--	--	75	92	6	77	86	6
65	15	80	89	12	--	--	--	80	98	6	82	92	6
70	16	85	94	12	--	--	--	85	105	6	88	98	6
75	17	91	99	12	--	--	--	91	111	7	94	104	7
80	18	86	106	10	100	104	18	96	117	7	100	110	7
85	19	102	112	9	--	--	--	102	124	7	105	115	7
90	20	108	118	8	110	116	19	108	131	7	110	124	7
100	22	118	129	6	121	129	17	118	146	9	121	143	7
110	24	128	141	11	131	139	17	--	--	--	131	150	7
115	26	138	151	8	142	150	21	--	--	--	142	162	8
125	28	149	164	8	152	162	22	--	--	--	152	173	8
135	30	160	177	15	163	174	20	--	--	--	163	185	8
140	32	170	190	14	174	186	18	--	--	--	174	191	8
150	34	180	199	10	185	199	18	--	--	--	185	204	8
160	36	191	211	18	195	210	22	--	--	--	195	217	8
170	38	202	223	21	206	222	21	--	--	--	206	228	9
180	40	212	234	23	216	237	19	--	--	--	216	240	9
200	44	233	258	21	236	259	10	--	--	--	236	272	9
220	48	254	283	19	257	284	6	--	--	--	257	296	11
240	52	276	308	25	278	309	2	--	--	--	278	322	11
260	56	296	324	28	299	329	11	--	--	--	299	349	12
280	60	318	352	32	321	353	12	--	--	--	--	--	--
300	64	338	378	38	343	378	12	--	--	--	--	--	--
320	68	--	--	--	364	402	14	--	--	--	--	--	--
340	72	--	--	--	385	424	14	--	--	--	--	--	--
360	76	--	--	--	405	447	15	--	--	--	--	--	--
380	80	--	--	--	427	473	15	--	--	--	--	--	--
400	84	--	--	--	449	495	15	--	--	--	--	--	--
410	88	--	--	--	469	516	17	--	--	--	--	--	--
430	92	--	--	--	490	541	17	--	--	--	--	--	--
450	96	--	--	--	513	568	18	--	--	--	--	--	--
470	/500	--	--	--	534	593	18	--	--	--	--	--	--