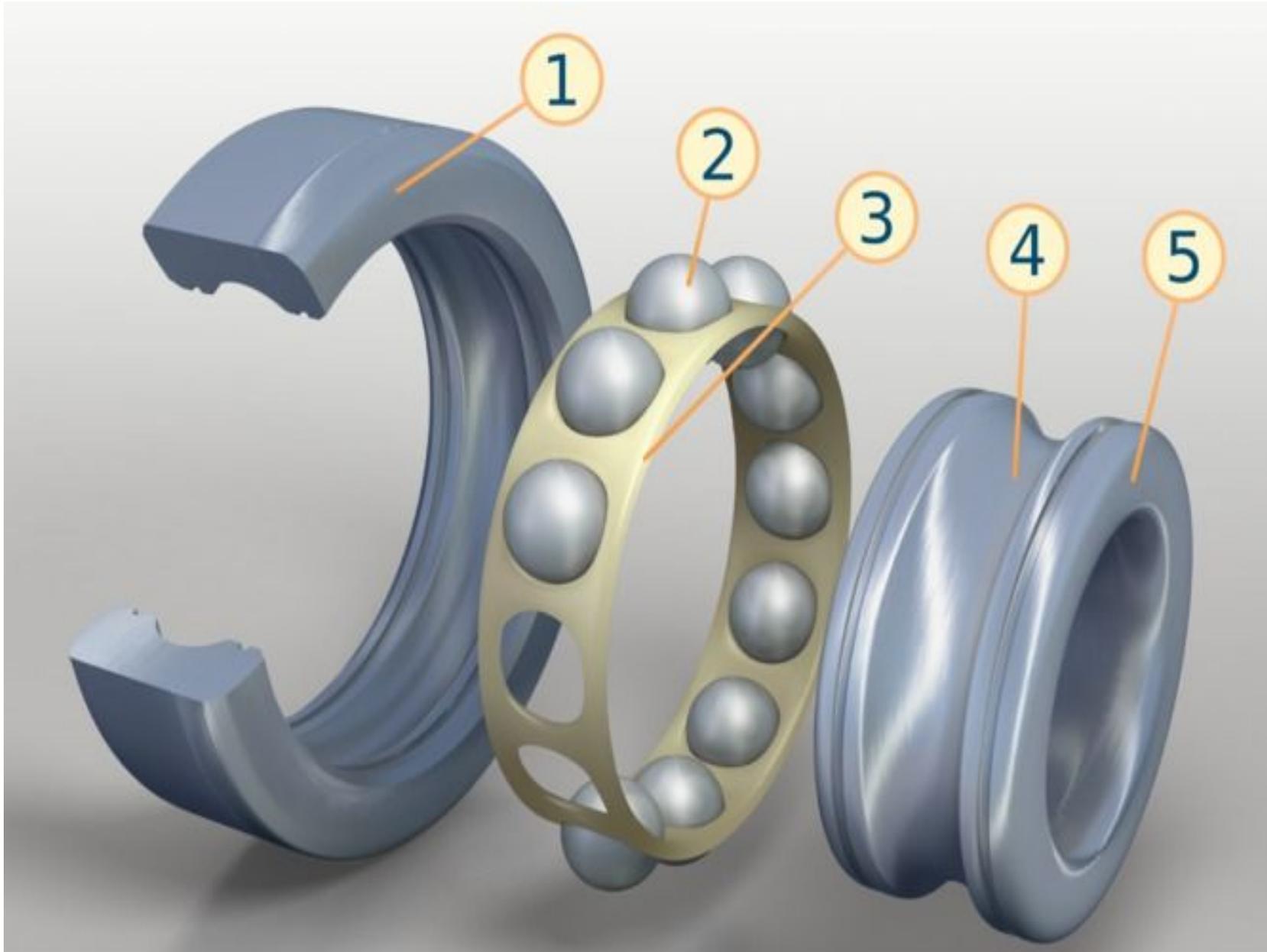


Подшипники качения

Подшипники качения – это опоры вращающихся или качающихся деталей, использующие элементы качения (шарики или ролики) и работающие на основе трения качения.



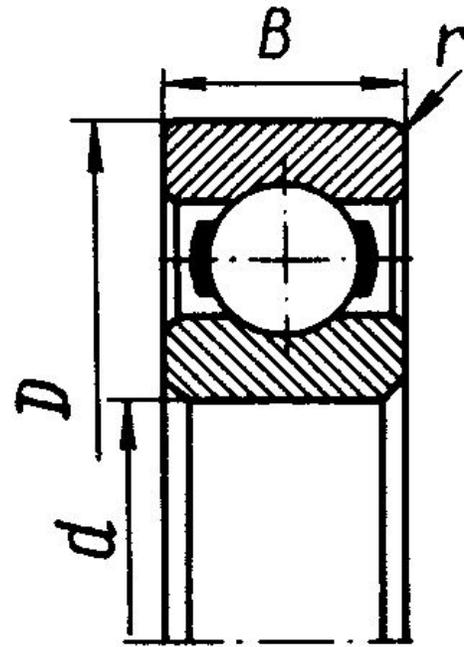
Подшипник состоит из *наружного кольца,* *внутреннего кольца,* *тел качения* (шарики или ролики) *сепаратора.*



Классификация по конструктивным признакам

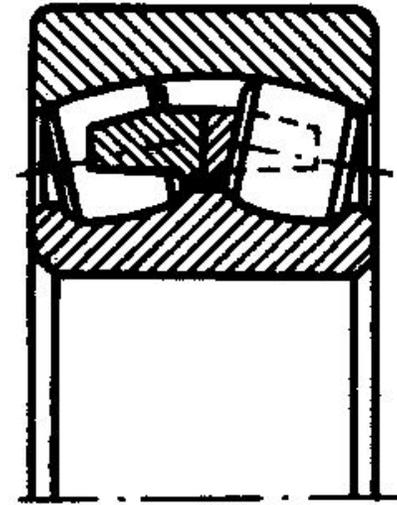
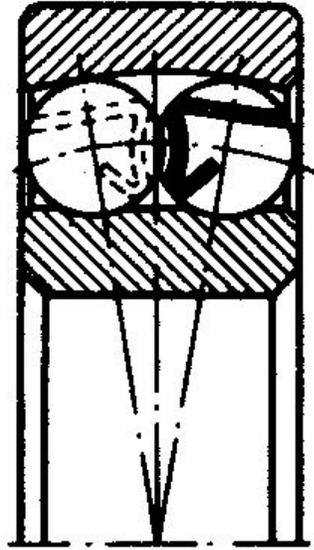
- по форме тел качения: *шариковые* и *роликовые*;
- по направлению воспринимаемой нагрузки:
 - *радиальные*, предназначенные для восприятия только радиальных или преимущественно радиальных сил,
 - *радиально-упорные* — для восприятия радиальных и осевых сил;
 - *упорные* — для восприятия осевых сил, радиальную силу не воспринимают;
 - *упорно-радиальные* — для восприятия осевых и небольших радиальных сил;
- по числу рядов тел качения — *одно, двух* и *четырёхрядные*;
- по чувствительности к перекосам — *самоустанавливающиеся* и *несамоустанавливающиеся*.

РАДИАЛЬНЫЕ ПОДШИПНИКИ



Шариковые радиальные

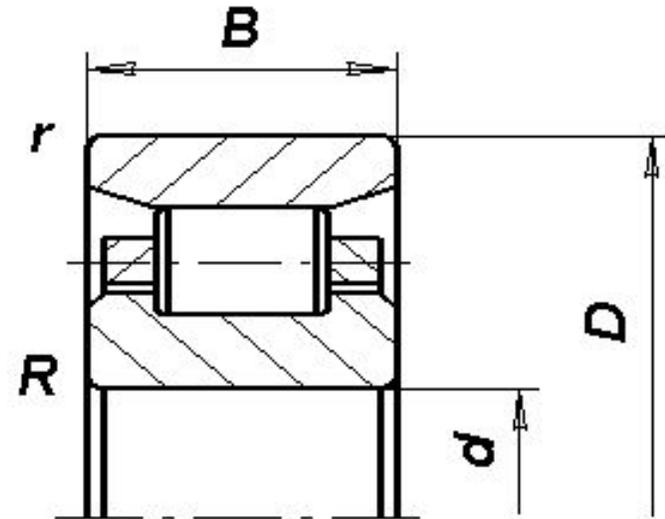
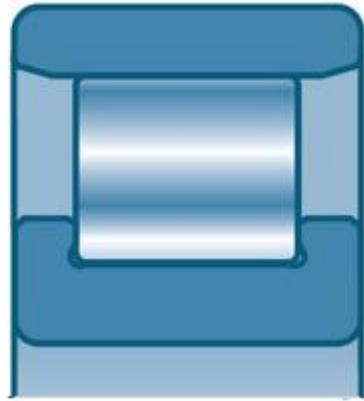
Наиболее распространенные и универсальные подшипники. Быстроходны, хорошо держат *радиальную и небольшую осевую нагрузку*, допускают небольшие (до $0,25^\circ$) перекосы вала, дешевы.



Сферические шариковые и роликовые подшипники воспринимают *значительную радиальную нагрузку* (роликовые – больше) и *небольшие осевые нагрузки*. Эти подшипники **выдерживают значительные перекосы валов** (до 4°), в отличие от всех остальных подшипников.

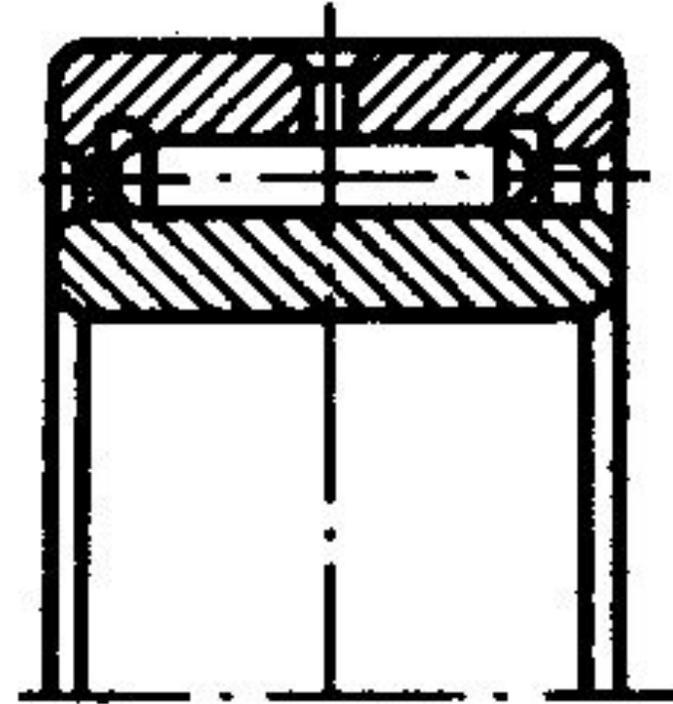
Роликовые радиальные подшипники воспринимают при тех же габаритах радиальные нагрузки большие, чем шариковые.

Не воспринимают осевые нагрузки и не допускают перекосы валов.



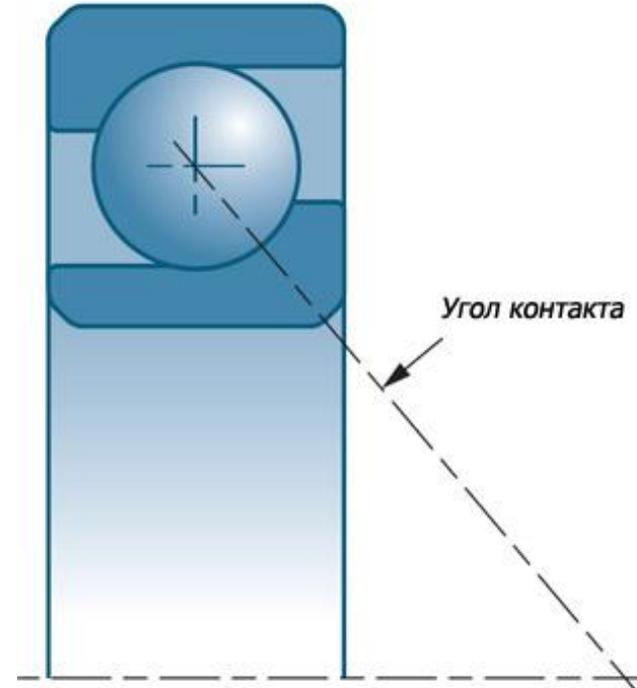
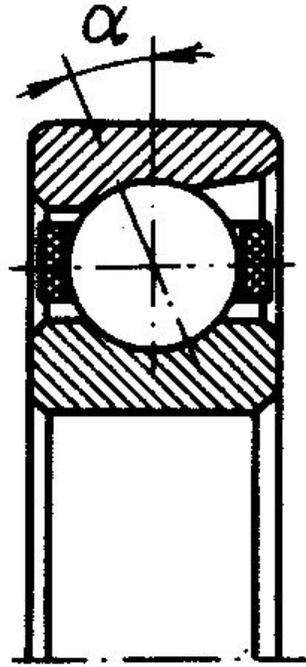
Допускают *осевое* взаимное смещение колец («плавающие» опоры).

Применяются в узлах с осевым перемещением вала.



Роликовый игольчатый радиальный подшипник имеет самые малые радиальные размеры, воспринимает *только радиальную* нагрузку.

РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ



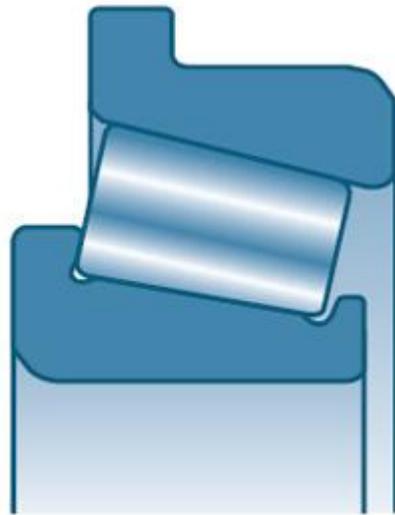
Радиально-упорные шариковые подшипники выдерживают *высокие радиальные, осевые нагрузки (в одну сторону)* – тем больше, чем больше угол контакта α .

Стандартные углы контакта 30° и 40° .

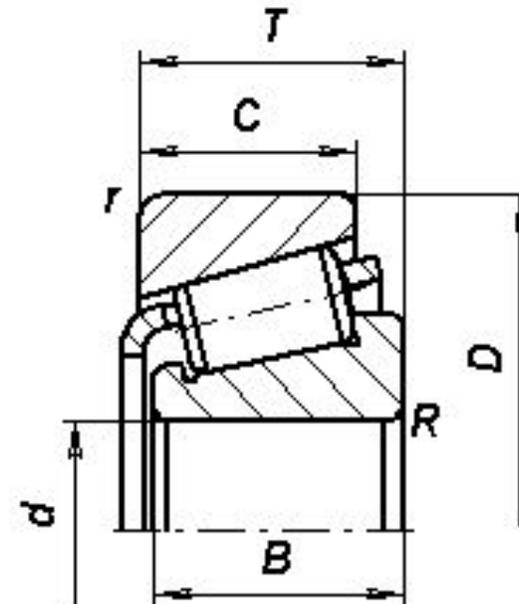
Роликовый радиально-упорный (конический)

подшипник воспринимает при тех же габаритах большие нагрузки, чем шариковый.

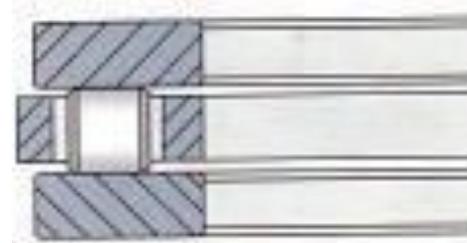
Держит радиальные и односторонние осевые нагрузки. Быстроходность невысокая; требует регулировки осевого зазора, а в ответственных случаях предварительного натяга.



Наружное кольцо у этого подшипника съемное.



УПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ



Упорный шариковый и *роликовый* подшипники

Из всех подшипников качения **упорные подшипники** **выдерживают самые большие осевые нагрузки**, при этом не воспринимая радиальные

Расчет подшипников по динамической грузоподъемности.

Расчет проводится для подшипников, вращающихся быстрее 10 об/мин.

Паспортная **динамическая грузоподъемность C** – эта такая постоянная сила, которую подшипник может выдержать, сделав 1 млн. оборотов без проявления признаков усталостного выкрашивания у 90% образцов.

Значения C приведены в каталогах и справочниках.

Проверка подшипников по статической грузоподъемности.

Расчет проводят для подшипников, вращающихся с $n < 1$ об/мин. Нагрузка ограничена статической грузоподъемностью C_0 , которая указывается в каталогах.

Статическая грузоподъемность C_0 – это такая статическая сила, которая вызывает общую остаточную деформацию тел качения и колец равную 0,0001 диаметра тела качения.

Эквивалентная статическая нагрузка:

$$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a$$

где F_r и F_a – радиальная и осевая силы;

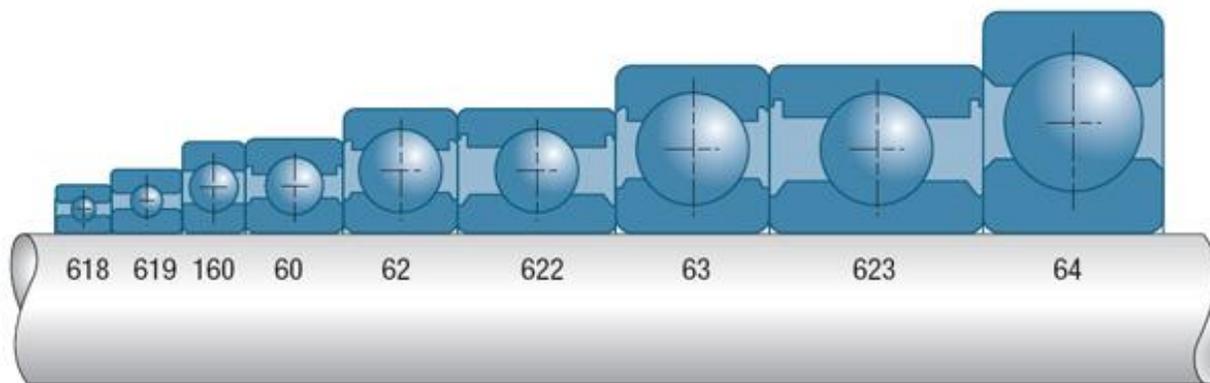
X_0 и Y_0 – коэффициенты радиальной и осевой статических сил (указаны в каталогах).

Серии подшипников

Подшипники качения выпускаются *семи серий: сверхлегкой, особо легкой, легкой, легкой широкой, средней, средней широкой и тяжелой.*

Паспортная грузоподъемность подшипников более тяжелых серий *растет*, а предельная частота вращения *уменьшается.*

При малых нагрузках и высокой быстроходности применяют подшипники легких серий; подшипники более тяжелых серий выдерживают большую нагрузку, но они крупногабаритны и тихоходны.



Сравнение размеров шариковых подшипников однорядных разных серий

Маркировка подшипников качения



Условные обозначения подшипника обычно наносят на торце наружного кольца. Можно увидеть маркировку, состоящую из цифр и букв. Маркировка подшипников

Условное обозначение подшипников качения

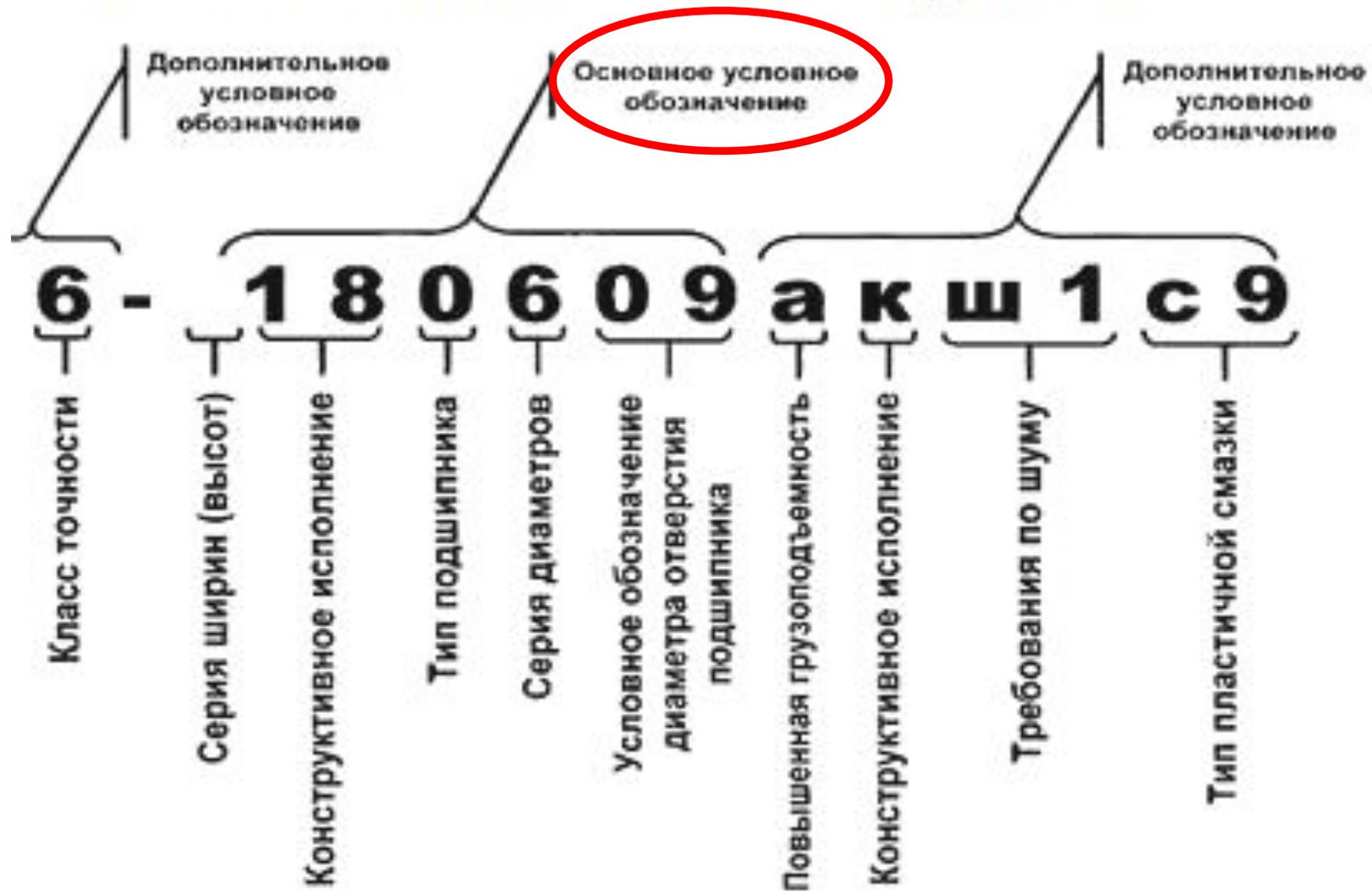
(регламентировано ГОСТ 3189-89)

ОСНОВНОЕ УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ



Чтение знаков основного и дополнительного обозначения

ПРИМЕР РАЗБОРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКА



Четвертая цифра справа обозначает *тип подшипника*.

Тип подшипника	Обозначение
Шариковый радиальный	0
Шариковый радиальный сферический	1
Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами	2
Роликовый радиальный сферический	3
Роликовый игольчатый или с длинными цилиндрическими роликами	4
Радиальный роликовый с витыми роликами	5
Радиально-упорный шариковый	6
Роликовый конический	7
Упорный шариковый	8
Упорный роликовый	9

Третья цифра справа обозначает *серию подшипника*.

- 8 - сверхлегкая серия
- 1 – особолегкая серия
- 2 – легкая серия
- 3 – средняя серия
- 4 – тяжелая серия

Основное условное обозначение подшипников качества

Обозначение подшипника	<i>тип</i>	<i>серия</i>	<i>d</i> , мм	<i>D</i> , мм	<i>B</i> , мм	<i>C</i> , кН	<i>C₀</i> , кН	<i>n</i> _{пред²₁} МИН ⁻¹
306	шариковый радиальный	средняя	30	72	19	28,1	14,6	9000

~~Две последних цифры~~ в обозначении подшипника. Умножив их на 5, получим диаметр внутреннего кольца подшипника.

Например, если последние цифры в обозначении 06, то $06 \cdot 5 = 30$ мм – это диаметр внутреннего кольца подшипника (диаметр отверстия).

Классы точности подшипников качения (по возрастанию):
0 (нормальный), 6, 5, 4, 2





04x5=20 мм - диаметр внутреннего кольца

8 – сверхлегкая серия

7 – роликовый конический подшипник

Доп. условные обозначения слева – 5 класс точности

Подшипник 306

Обозначение подшипника	<i>Тип</i>	<i>серия</i>	<i>Диаметр внутр. кольца d, мм</i>	<i>Класс точности</i>
306	шариковый радиальный	средняя	06 x 5 = 30	0

Подшипник 6 – 205

Обозначение подшипника	<i>Тип</i>	<i>серия</i>	<i>Диаметр внутр. кольца d, мм</i>	<i>Класс точности</i>
6-205	шариковый радиальный	легкая	05x5 = 25	6

Пример обозначения подшипника в спецификации

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		38		Подшипник 306		
				ГОСТ 8338-75	2	
		39		Подшипник 308		
				ГОСТ 8338-75	2	

Обозначение подшипников	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>C</i> , кН	<i>C₀</i> , кН	<i>n</i> _{пред.} , МИН ⁻¹
205	25	52	15	14	6,95	12000
206	30	62	16	19,5	10	10000
207	35	72	17	25,5	13,7	9000
208	40	80	18	32	17,8	8000
209	45	85	19	33,2	18,6	7500
210	50	90	20	35,1	19,8	7000
211	55	100	21	43,6	25	6500
212	60	110	22	52	31	6000
213	65	120	23	56	34	5500
214	70	125	24	61,8	37,5	5000
215	75	130	25	66,3	41	4800
216	80	140	26	70,2	45	4500
217	85	150	28	83,2	53	4300
218	90	160	30	95,6	62	3800
220	100	180	34	124	79	3400

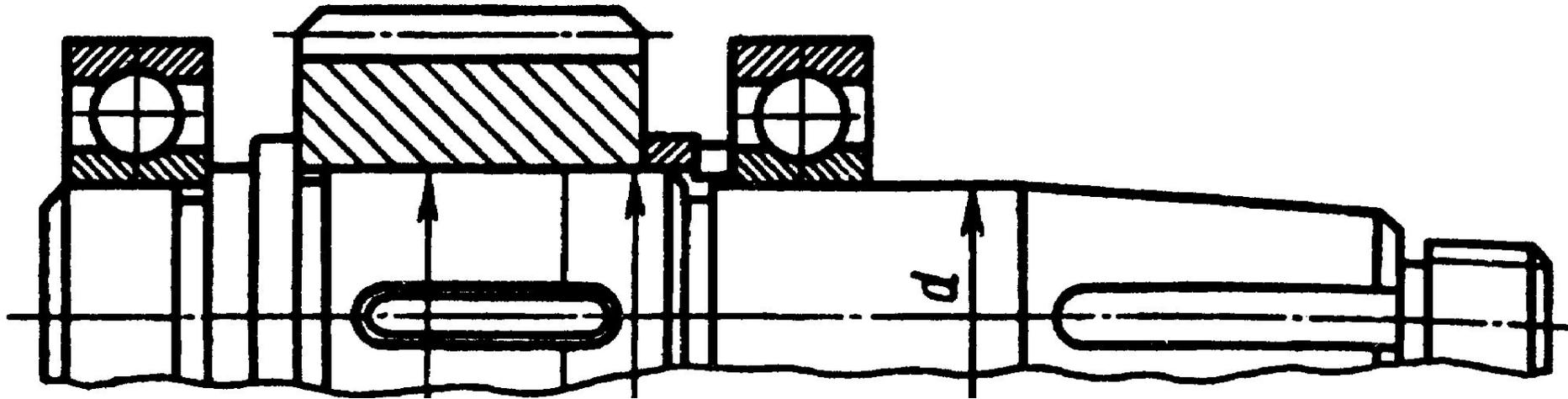
Подшипники стандартизованы в диапазоне
диаметров внутренних колец d :

от 3...10 мм через 1 мм,

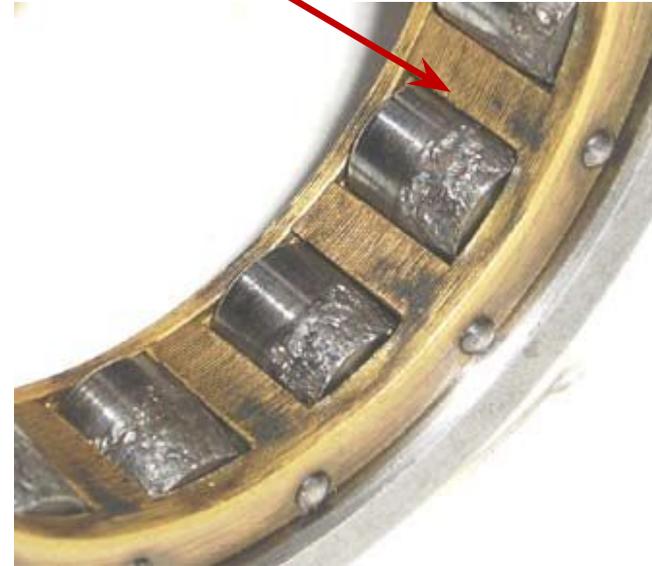
от 10 до 20мм через 2...3 мм,

от 20 до 110 мм – через 5 мм,

от 110 до 200 мм – через 10 мм



Усталостное выкрашивание дорожек качения и тел качения



Смятие рабочих поверхностей из-за больших статических нагрузок →

