

Учебное пособие

«Подшипники качения

ГОСТ»

Содержание учебного пособия «Подшипники качения»

1. Подшипник
2. Основные параметры
3. Типы подшипников
4. Классификация
5. Маркировка
6. Префиксы
7. Суффиксы
8. Сепаратор
9. Классы точности
10. Тепловые зазоры
11. Смазки
12. Заводы-изготовители, контроль качества изготовления подшипников

1.Подшипник

Подшипник (от «под шип») — сборочный узел, являющийся частью опоры или упора и поддерживающий вал, ось или иную подвижную конструкцию с заданной жёсткостью. Фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качение с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку от подвижного узла на другие части конструкции

Устройство однорядного радиального шарикоподшипника:

- 1) внешнее кольцо;
- 2) шарик (тело качения);
- 3) сепаратор;
- 4) дорожка качения;
- 5) внутреннее кольцо.

2 .Основные параметры

- Максимальная динамическая и статическая нагрузка (радиальная и осевая).
- Максимальная скорость (оборотов в минуту для радиальных подшипников).
- Посадочные размеры.
- Класс точности подшипников.
- Требования к смазке.^[2]
- Ресурс подшипника до появления признаков усталости, в оборотах.
- Шумы подшипника
- Вибрации подшипника

3.Типы подшипников

По принципу работы все подшипники можно разделить на несколько типов:

- подшипники качения;
- подшипники скольжения;

К подшипникам скольжения также относят:

- газостатические подшипники;
- газодинамические подшипники;
- гидростатические подшипники;
- гидродинамические подшипники;
- магнитные подшипники.

Основные типы, которые применяются в машиностроении, — это подшипники качения и подшипники скольжения.

4. Классификация

Классификация подшипников качения осуществляется на основе следующих признаков:

- По виду тел качения
 - Шариковые,
 - Роликовые (игольчатые, если ролики тонкие и длинные);
- По типу воспринимаемой нагрузки
 - Радиальные (нагрузка вдоль оси вала не допускается).
 - Радиально-упорные, упорно-радиальные. Воспринимают нагрузки как вдоль, так и поперёк оси вала. Часто нагрузка вдоль оси только одного направления.
 - Упорные (нагрузка поперёк оси вала не допускается).
 - Шариковые винтовые передачи. Обеспечивают сопряжение винт-гайка через тела качения.
- По числу рядов тел качения
 - Однорядные,
 - Двухрядные,
 - Многорядные;
 - Самоустанавливающиеся.
 - Несамоустанавливающиеся.
- По материалу тел качений:
 - Полностью стальные;
 - Гибридные (стальные кольца, тела качения неметаллические. Как правило, керамические);



Радиальный роликовый подшипник



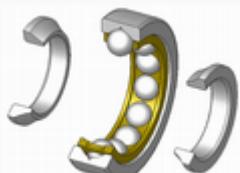
Упорный шариковый подшипник



Упорный роликовый подшипник



Радиально-упорный шариковый подшипник



Радиально-упорный шариковый подшипник с четырёхточечным контактом



Радиально-упорный роликовый подшипник (конический)



Самоустанавливающийся двухрядный радиальный шариковый подшипник



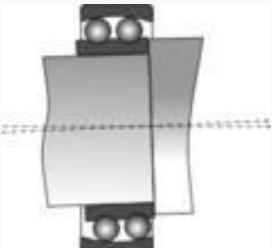
Самоустанавливающийся радиальный роликовый подшипник



Самоустанавливающийся радиально-упорный роликовый подшипник



Самоустанавливающийся двухрядный радиальный роликовый подшипник с бочкообразными роликами (сферический)



Самоустанавливающийся подшипник



Сепаратор с роликами игольчатого подшипника

5.Маркировка

Маркировка стандартизованных изделий позволяет точно подобрать совместимые комплектующие для любого механизма. На большинстве подшипников условные обозначения можно найти на торцах. Только для некоторых малых и шпиндельных моделей данные содержатся на упаковке или в техническом описании. Чтобы разобраться в маркировке, необходимо понимать, о чем говорят обозначения подшипников ГОСТ. Стандарты разрабатываются с учетом множества показателей. Кроме основных характеристик указываются дополнительные параметры.

КЛАСС ТОЧНОСТИ В МАРКИРОВКЕ ПОДШИПНИКОВ С СОБЛЮДЕНИЕМ ГОСТ

Важный момент. Класс точности, выражаемый буквенно-цифровым обозначением 6Х, указывается в маркировке подшипников качения только буквой.

Параметр считается равным нулю для моделей без специальных требований к дополнительным характеристикам. В этом случае он отсутствует в маркировке. Класс 8 или 7 присваивается нестандартным подшипникам, изготовленным под заказ для неответственного применения. Эти значения условно ниже нуля, но они указываются при маркировке. Показатели класса точности подшипников по ГОСТ 520-89 проставляются прямо перед цифровым обозначением, отделяясь от него дефисом. Классификация деталей разного назначения по возрастанию точности:

- Шариковые, роликовые, радиальные, шариковые радиально-упорные – 0, 6, 5, 4, 2, Т;
- Упорные, упорно-радиальные – 0, 6, 5, 4, 2;
- Роликовые конические – 0, 6Х, 6, 5, 4, 2.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГОСТ РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРОВ ПОДШИПНИКОВ

Непосредственно перед классом точности проставляется величина, определяющая радиальный зазор. При нормальном значении характеристика опускается в маркировке. При наличии этого показателя указывается даже нулевой класс точности.

Регламентируются радиальные зазоры в подшипниках по ГОСТ 24810-81. Если к параметру предъявляются нестандартные требования, он маркируется буквенным обозначением Н. Пример: Н0-42317АЕ – усиленный подшипник со специальным радиальным зазором и сепаратором из пластического материала.

ОБОЗНАЧЕНИЕ МОМЕНТА ТРЕНИЯ ПРИ МАРКИРОВКЕ ПОДШИПНИКОВ ПО ГОСТ

Нормы классификации по рядам регламентируются ТУ37.006.085-79. Величина момента трения подшипников качения ставится слева от значения радиального зазора. В маркировке некоторых категорий нормальный радиальный зазор по ГОСТ 24810-81 имеет буквенное обозначение М. Пример: 4М6-1000918 – шариковый однорядный подшипник, относящийся к классу точности 6, имеющий радиальный зазор нормальной группы и момент трения четвертого ряда. Сочетаниями НТ и НУ дополнительно отмечается пониженная точность вращения.

КАТЕГОРИИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Важный момент. При наличии дополнительных требований маркировка на кольце не предусмотрена. Данные отражаются в договоре, вносятся в сопроводительную документацию или проставляются на упаковке.

При производстве подшипников качения под заказ по стандартам допустимо не устанавливать категорию и дополнительные требования. Серийный выпуск подразумевает обязательное отражение в маркировке всех характеристик. Это правило не касается только последней категории. Буквенное обозначение А или В должно находиться слева от радиального зазора, а при его нормальном значении – перед классом точности. Цифрами обозначаются специальные требования. Выделяют три категории подшипников – А, В, С по ГОСТ520-89:

- А – 5, 4, 2, Т (класс точности);
- В – 0, 6Х, 6, 5 с дополнительными требованиями;

- С – 8, 7, 0, 6.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В МАРКИРОВКЕ ПОДШИПНИКОВ ГОСТ

Дополнительно указывается ряд индивидуальных параметров, касающихся материалов, из которых производятся подшипники качения, конструктивных особенностей, допустимых погрешностей и других характеристик. При наличии таких данных буквенные или буквенно-цифровые показатели ставятся после основного обозначения. Модели повышенной грузоподъемности маркируются буквой А. При изготовлении деталей из нержавейки в 1-м исполнении указывается Ю, в последующих дополнительно проставляется порядковый номер: Ю1, Ю2 и далее.

6.ПРЕФИКСЫ

В данном материале освещена проблема расшифровки дополнительных условных обозначений номеров подшипников и свободных деталей, проставляемых с левой стороны от основного условного обозначения.

Условные обозначения слева от основного номера подшипника.

Дополнительный знак	Характеристика
1, 2, норм, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Группа радиального зазора. Проставляется перед обозначением класса точности. Нормальный зазор не указывается. Пример: 50-102805к2 или 76-592708м1
0, 6, 5, 4, 2, Т	Классы точности для шариковых и роликовых подшипников. Классы точности расположены в порядке ее возрастания. Нулевой класс точности – самый низкий, не указывается на номере подшипника. Пример: 2-3182119 (2 класс точности, наивысший); 66-692504 (первая цифра 6 – группа радиального зазора, вторая цифра 6 – класс точности).
7, 8	Дополнительные классы точности ниже класса «0». Например, 8-212, где 8 – класс точности (очень низкий). Отечественная промышленность в настоящий момент не выпускает подшипники таких классов точности, но они характерны для китайских подшипников и кустарных подшипников якобы

	отечественного производства, при этом все они якобы 6 класса точности.
A	Категория подшипников, к которой относят подшипники классов точности Т, 2, 4, 5. Пример – подшипник А-116л.
2A, 3A, 4A и т.д.	Категория подшипников с одним из дополнительных требований по волнистости, моменту трения, вибрации. Подшипник 3A-176218 – подшипник с доп. требованиями по волнистости и углу контакта.
B	Категория подшипников с классом точности ниже 5.
2B, 3B, 4B и т.д.	То же, что и 2A, 3A и т.д.. но для класса В.
M1, M2	Повышенные требования к моменту трения
H	Дополнительная группа радиального зазора, отличная от ГОСТ 24810-81. Ставится перед обозначением класса точности. Пример: подшипник H0-42330 (0 – класс точности)
У	Обозначение роликовых конических подшипников повышенной точности. Пример: 6У-7307а (6 – класс точности подшипника, У-знак повышенных требований к точности)
3К, 3KK, 5KK	3, 5 – степени точности игольчатых роликов в роликовых игольчатых подшипниках без колец (точность 2 не проставляется). Пример: 3KK 72*82*45 e, 3kk 42*47*30e
HP, 1HP, 3HP, 4HP, 5HP	Знак шарико-роликового (комбинированного) подшипника радиального с двухсторонним уплотнением, с валиком вместо внутреннего кольца. Пример: 5HP17124 (где 17 – диаметр

	валика, мм, 124 – длина валика, мм). Цифры обозначают конструктивные особенности валика.
РИК	Подшипники роликовые игольчатые комбинированные двухстороннего действия. Примеры: 4рик4075, рик 3570, рик 2557.

7.СУФФИКСЫ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В МАРКИРОВКЕ ПОДШИПНИКОВ ГОСТ

Дополнительно указывается ряд индивидуальных параметров, касающихся материалов, из которых производятся подшипники качения, конструктивных особенностей, допустимых погрешностей и других характеристик. При наличии таких данных буквенные или буквенно-цифровые показатели ставятся после основного обозначения. Модели повышенной грузоподъемности маркируются буквой А. При изготовлении деталей из нержавейки в 1-м исполнении указывается Ю, в последующих дополнительно проставляется порядковый номер: Ю1, Ю2 и далее.

Дополнительные знаки обозначения подшипников

№	Исполнение 1	Следующие исполнения	Расшифровка обозначения подшипника
1	А	-	Подшипники, повышенной грузоподъемности
2	Б	Б1, Б2, Б3 и т.д.	Сепаратор массивный из безоловянной бронзы
3	Г	Г1, Г2, Г3 и т.д.	Сепаратор массивный из черных металлов
4	Д	Д1, Д2, Д3 и т.д.	Сепаратор из алюминиевого сплава

5	Е	E1, E2, E3 и т.д.	Сепаратор из пластических материалов
6	К	K1, K2, K3 и т.д.	Конструктивные изменения деталей подшипников
7	Л	L1, L2, L3 и т.д.	Сепаратор из латуни
8	Р	P1, P2, P3 и т.д.	Детали подшипников из теплоустойчивых сталей
9	У	Y1, Y2, Y3 и т.д.	Дополнительные технические требования к чистоте обработки деталей, радиальному зазору, осевой игре, покрытиям и т.д.
10	Х	X1, X2, X3 и т.д.	Детали подшипников из цементируемых сталей
11	Э	Э1, Э2, Э3 и т.д.	Детали подшипников из стали ШХ со специальными присадками
12	Ю	Ю1, Ю2, Ю3 и т.д.	Детали подшипников из нержавеющей стали
13	Я	Я1, Я2, Я3 и т.д.	Подшипники из редко применяемых материалов (твердые сплавы, стекло, керамика и т.д.)
14	W	W1, W2, W3 и т.д.	Детали подшипников из вакуумированной стали
15	Н	H1, H2, H3 и т.д.	Кольца и тела качения или только одно кольцо из модифицированной теплопрочной стали (кроме подшипников роликовых радиально-сферических двухрядных)
16	М	-	Модифицированный контакт

Важный момент. Ряд игольчатых подшипников маркируется тремя числами, между которыми стоят знаки умножения. Множителями последовательно определяются внутренний и наружный диаметр и ширина изделия.

Другие дополнительные обозначения подшипников качения по ГОСТ относятся к шумовому уровню, особенностям отпуска и смазочных материалов, используемых при изготовлении деталей закрытого типа. На российских предприятиях распространены способы смазки с применением жидких масел и пластичных составов с загустителями. При выборе материала учитываются габариты, скорость вращения и рабочий температурный режим. Для обозначения смазки, закладываемой в подшипники закрытого типа по ГОСТ, применяется буква С с номером.

Шумовые нормы регламентируются соответствующими техническими условиями. Они тоже обозначаются в буквенно-цифровом формате. Для маркировки уровня вибрации подшипников качения используется буква Ш с индексом, увеличение которого свидетельствует о снижении рабочего шума. Этот параметр находится после основных и дополнительных характеристик. Пример обозначения специальных требований к подшипникам по шуму (вибрации): В5-36208АЛШ2. Индекс говорит о невысоких требованиях к вибрационному уровню при работе.

Температура отпуска колец подшипника, °C	200	225	250	300	350	410
Как обозначается	T	T1	T2	T3	T4	T5

Температура отпуска – еще один фактор, который при необходимости отражается в маркировке буквой Т после основного и дополнительного значений. Индексы присваиваются определенным температурным диапазонам при изготовлении подшипников качения из стали ШХ-15 и аналогичных сплавов. При отсутствии цифровой пометки процесс осуществляется при 200°C. Обозначение специального отпуска деталей подшипников в маркировке 75-205 ЕТ2 подразумевает стабилизирующий температурный режим в процессе производства порядка 250°C.

8.Сепараторы

Важнейшая часть подшипника качения, сепаратор, предназначена для удержания роликов и шариков на заданном расстоянии в процессе всего времени действия, независимо от нагрузки и температуры. Сепараторы испытывают значительные радиальные и тангенциальные механические нагрузки, воздействие силы трения и влияние химических компонентов смазок и охлаждающих реагентов. Для разных подшипников, предназначенных для использования в различных условиях, материалы сепараторов подбираются соответственно требуемым характеристикам.

Современная промышленность производит сотни наименований подшипников, отличающихся по размеру, механической стойкости, скоростным режимам работы. Но число видов сепараторов, использующихся в конструкциях, довольно ограничено. Обычно это:

- штампованные;
- литые;
- механически обработанные;
- сборные;

- осевые.
- Большее разнообразие наблюдается в вопросе выбора материалов, из которых изготавливаются сепараторы. Чаще всего — это сталь и латунь, но немалый процент изделий составляют полимерные, бронзовые и чугунные разделители тел качения.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕПАРАТОРОВ

Один из самых распространенных материалов, использующихся при производстве подшипников практически всех типоразмеров — сталь. Чаще всего — это горячекатанный лист низкоуглеродистого сплава стандарта EN 10111:1998. Металл дополнитель но шлифуется и подвергается определенной механической обработке после штамповки с целью снижения сил трения и улучшения балансировки. Для разделителей, рассчитанных на дополнительную обработку, используется марка стали S355GT(St52) или улучшенные ее аналоги.

В подшипниках из нержавеющих марок стали используются также и нержавеющие сепараторы. Материалом для них служит сталь стандарта EN 10088-1:1995. Обычно стальные сепараторы штампованного вида используются в подшипниках разных габаритов, работающих при температурах до 300 °C. Сталь удобна тем, что отлично отводит тепло от тел качения, не вступает в химические реакции с большинством смазочных материалов и очень стойкая к динамическим нагрузкам, вследствие высокой упругости.

ЛАТУНЬ

Второй по распространению материалом, использующийся всеми производителями сепараторов, — латунь. Металл применяется для производства двух видов изделий — штампованных из листа марки EN 1652:1997 и механически обработанных. Первые используются, преимущественно, в подшипниках небольших и малых размеров, работающих в обычной, неагрессивной среде.

Для больших подшипников, компрессорного оборудования, контактирующего с аммиаком и другими агрессивными газами и жидкостями, применяются механически обработанные латунные сепараторы. Производятся они из металла марки CW612N, отличаются высокой сопротивляемостью коррозии, не вступают в реакцию со смазками всех типов и техническими растворителями, которыми промывают подшипники. Ограничение применения латунных сепараторов — рабочая температура 250 °C.

ПОЛИАМИД 6,6

Нишу самого распространенного синтетического материала для производства сепараторов подшипников качения занял полиамид 6,6. Это достаточно легкий в обработке термопласт, отличающийся стойкостью к углеводородам, на базе которых производится большинство смазок. Также полимер не вступает в реакцию с большинством растворителей и моющих средств. Но применение подшипников с сепараторами из полиамида 6,6 ограничено машинами и механизмами, работающими в сухой и умеренно влажной среде. Материал впитывает влагу, что может отрицательно сказаться на его ресурсе.

Температурный диапазон работы — от минус 40 до плюс 120 °C. На термостойкость подшипника сильно влияет тип используемой смазки — для некоторых видов нагревание становится катализатором химической активности, что может повредить сепаратор. Для

большинства прецизионных роликовых подшипников и шарикоподшипников радиального типа, где используется полиамид 66, оптимальной температурой считается -30...+70 °C.

В чистом виде полиамид 66 для создания сепараторов используется сравнительно редко. Чаще его усиливают стекловолокном, улучшающим механическую прочность, повышающим стойкость к растрескиванию, но ничуть не повышающим коэффициента трения. Ресурс стеклонаполненных сепараторов из полиамида заявляется до 10 000 часов работы, что вполне соответствует реалиям.

ПОЛИАМИД 4,6

Этот полимер — один из группы полиамидов, которые отличаются между собой не только количеством атомов углерода, но и многими важными физико-химическими свойствами. Несколько менее прочный, чем полиамид 66, полимер, характеризуется более высокой устойчивостью к нагреванию. Армированный стекловолокном он может работать при температурах на 15 °C выше, чем полимер модификации 6,6. Но используется полиамид 4,6 обычно в радиальных и прецизионных подшипниках небольшого и среднего размера. Во многих случаях, особенно при использовании кальциевых и натриевых смазок, верхний температурный предел полиамида ограничен только термостойкостью смазки.

ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОН (РЕЕК)

Еще один распространенный полимер для изготовления сепараторов шариковых и роликовых подшипников — PEEK (ПЭЭК). Это один из самых устойчивых термопластов, отлично выдерживающих контакты с горячим водяным паром, смазками, не боящийся ультрафиолета, рентгеновского излучения и высокой температуры. Сепараторы из PEEK обычно армируются стекловолокном или углеводородными нитями и обладают высокой механической прочностью.

Используются сепараторы из полиэфиркетона во всех типах роликовых и шариковых подшипниках, работающих при обычных и повышенных скоростях вращения. Низкий коэффициент силы трения со сталью определяет минимальные тепловые потери в процессе работы. Для сепараторов допускается нагревание до 250 °C, но обычной рабочей температурой считается диапазон с верхним пределом в 150 °C. Особенно это касается высокооборотных подшипников — при больших температурах возможно размягчение материала и нарушение в работе сепаратора.

ТЕКСТОЛИТ

Фенолформальдегидный пластик — недорогой массовый материал, использующийся в различных отраслях машиностроения. Нашел он свое применение и при производстве подшипников качения, в качестве сырья для сепараторов. Для изготовления разделителей используется армированный тканью вид текстолита, как один из наиболее прочных, но несложных в обработке.

Главные преимущества — стойкость к высоким механическим нагрузкам и небольшой вес. Благодаря этим качествам, текстолит применяется в большинстве стандартных подшипников опорно-радиального типа, работающим в нормальных температурных условиях (до 120 °C). Одно из полезных свойств текстолита — способность к впитыванию

масла. Сепаратор всегда находится в комфортных условиях в зоне контакта с телами качения и очень мало подвержен износу.

МЕНЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СЕПАРАТОРОВ

Многие виды специальных и некоторые модификации стандартных подшипников комплектуются сепараторами из материалов, более соответствующих условиям эксплуатации, чем названные выше. В большинстве случаев — это полимеры различных видов, армированные или чистые. Иногда используются металлические сплавы различного вида (специальный чугун, бронза), часть из которых принадлежит к малораспространенным.

УПЛОТНИТЕЛИ

Долговечность работы сепаратора и подшипника в целом зависит от его целостности, соответствия силы трения расчетным показателям и стабильной смазки труящихся поверхностей. Во многом это зависит от герметичности подшипника, которая достигается установкой специальных уплотнителей. Как и сепараторы, они изготавливаются из материалов с определенными характеристиками, позволяющими подшипнику выработать расчетный ресурс.

В подавляющем большинстве подшипников в качестве материалов уплотнителей используются различные эластомеры, как наиболее приемлемые по цене и обладающие необходимой стойкостью к внешним воздействиям. Чаще всего — это разновидности бутадиенакрилнитрильного каучука (NBR) — синтетического материала, созданного на базе сополимеров акрила и бутадиена.

Уплотнители из полимера отлично выдерживают работу в условиях контакта с:

- водой;
- минеральными маслами;
- растворителями;
- ГСМ.

Отличаются каучуки умеренной термостойкостью — верхний предел достигает 120 °C, но большинство производителей рекомендуют не выходить из диапазона от -40 до +100 °C.

Каучук HNBR — гидрированный бутадиеновый отличается более высокой сопротивляемостью к воздействию высоких температур и может работать в диапазоне -40...+150 °C. Он также активно противостоит действию горячей воды, масляных смесей, агрессивных окислителей и газов. Наряду с более высокой износостойкостью, эти свойства увеличивают ресурс подшипников и расширяют сферу их применения.

ФТОРКАУЧУК

Материалы FPM представляют собой синтетические каучуки с примесью фтора. Это очень устойчивые к высоким температурам и агрессивным средам вещества, способные без критического затвердевания и старения выдержать температуры до 200 °C и их поднятие даже до 300 °C. Эксплуатация при более высоких температурах запрещена — возможно выделение ядовитых паров, несущих опасность для человека и окружающей среды.

Каучуки FPM без ограничений используются в условиях контакта с маслами, топливом, гидравлическими жидкостями, алифатными соединениями, водой. Но нежелательно использовать подшипники, оборудованные фторкаучуковыми деталями, в средах, где

возможно присутствие кетонов, фторводорода и простых эфиров. Это необходимо учитывать при замене подшипников нефтегазового, лабораторного и химического оборудования.

Фторкаучук, который нагревался до температур выше 300 градусов, например, при демонтаже или в аварийной ситуации, представляет опасность даже после остывания. Работать с ним необходимо в перчатках и респираторе. Но эксплуатируемые в допустимом температурном диапазоне уплотнения подшипников никакой опасности не представляют и допускаются к применению во промышленных и бытовых механизмах без ограничений.

ПОЛИУРЕТАН

Активно использующийся материал для изготовления уплотнителей для подшипников, работающих в нормальных условиях по температуре и химическому составу окружающей среды. Полиуретан (AU) обладает достаточно высокой износостойчивостью, чтобы выдерживать работу как низкооборотных, так и высокооборотных подшипников с шариковыми или роликовыми телами качения.

Уплотнитель отлично защищает систему от масел, воды, нейтральных химических жидкостей. Но растворители (полярные), кислоты и алкалоидные соединения могут разрушить материал или значительно снизить его ресурс.

Обычно ограничения по применению указываются на упаковке подшипников. Необходимо обращать внимание не только на размеры и количество допустимых оборотов вала, для которого предназначен подшипник, но и на материал сепаратора и уплотнения. Несоблюдение этих требований может привести к поломке не только узла вращения или качания, но и всей машины.

9.Классы точности

Класс точности подшипника качения — чрезвычайно важный его параметр, зачастую не менее важный, чем его размер, то есть подшипник низшего класса и высшего соотносятся между собой практически как два разных подшипника. На станки и другие механизмы, требующие высокой точности вращения, устанавливаются изделия самых высоких степеней точности, в сельскохозяйственное оборудование, массово распространенные механизмы, продукцию общего машиностроения — наименее низкого класса.

Подшипники самых высоких классов называют также прецизионными. Если взять за пример шпиндель металлообрабатывающего станка, то, если в него установить подшипник шестого или нулевого класса (низкого), он просто не сможет обрабатывать изделия как положено.

Различие заключается как в точности изготовления деталей (допуска), включая их габаритные размеры, так и всего подшипника и точности его вращения, при этом, если точность деталей разная, подшипнику присваивается класс наименее точной из них.

Разумеется, класс точности подшипника очень сильно влияет на его цену, например, один и тот же тип 46115 по классу точности 6 (для общего применения) будет стоить порядка 700 рублей, а по классу Т (высокоточный для станков) — 2500, то есть более, чем в 3 раза дороже.

Современная система классов точности подшипников качения

Подшипник самого высокого класса точности

По современной системе маркировки подшипников, принятой в нашей стране различают следующие классы точности в порядке их повышения.

Для шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников: 8, 7, нормальный, 6, 5, 4, Т, 2

Для роликовых конических подшипников:

8, 7, 0, нормальный, 6Х, 6, 5, 4, 2

Для упорных и упорно-радиальных подшипников:

8, 7, нормальный, 6, 5, 4, 2

Указанная система применяется в ГОСТ520-2002, отличающаяся от предыдущих версий, в частности, 520-89. Нормальный класс — аналог обозначения 0.

Цифра или буква, указывающая на класс точности, проставляется слева от номера подшипника, сразу перед чертой (именно последним знаком, поскольку знаков может быть несколько, а первый, самый левый, может указывать на группу радиального зазора или что-либо еще). Рассмотрим на примере:

70-42415КМ

Цифра 7 здесь указывает на группу радиального зазора больше нормального, 0 — класс точности (при отсутствии в дополнительном обозначении других знаков 0 не пишется), 42415 — собственно номер.

Кроме указанных выше классов точности для роликовых конических подшипников по показателю монтажная высота устанавливается нормальная и повышенная степени точности. Нормальная точность специального обозначения не имеет. Повышенная точность обозначается буквой «У», которая проставляется в номере справа от обозначения класса точности, но левее знака тире (например, 6У-7307А).

Взаимозаменяемость классов точности

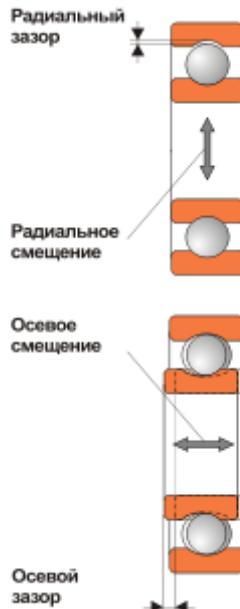
Очень часто, особенно на какое-то старое оборудование, нужны подшипники, которые уже не выпускаются тем или иным классом точности. Нужно подобрать изделие, подходящее для того же узла. Классы точности можно разделить на две группы — в первую входят Т, 2 и 4, во вторую — 5, 6, 0. Более того, в последнее время для первой группы наблюдается тенденция объединения входящих в нее классов в один (да и для второй тоже, поскольку 5 класс практически уже не выпускается). Так, лидер отрасли в нашей стране, ЕПК, многие типы подшипников классов Т и 4 реализует по одинаковой цене, из чего можно сделать резонный вывод, что они мало чем отличаются.

10. Тепловые зазоры

Виды зазоров, основные сведения

Под зазором в подшипнике качения или скольжения подразумевают величину перемещения, образующуюся при сдвиге одного кольца подшипника относительно другого в радиальном (радиальный зазор) Gr или осевом (осевой зазор) Ga направлениях. Внутренний зазор оказывает большое влияние на рабочие характеристики подшипников (усталостная долговечность, вибрация, шумность, нагревание и другие), поэтому правильно подобранный зазор по важности при подборе подшипников занимает третье место после определения его типа и размера.

Приходится часто сталкиваться с ошибочным мнением некоторых потребителей, которые, видимо, не представляя, что такое зазор и зачем он нужен, проверяют «качество» (по их мнению) изделия, перемещая кольца относительно друг друга и из того, насколько возможно это смещение (осевой зазор), делают вывод о том, насколько данный подшипник качественный. При этом нелепой процедуре часто подвергаются подшипники с заведомо увеличенным зазором или такой конструкции (например, радиально-упорные шариковые), где по определению кольца обязаны перемещаться относительно друг друга.



Помимо радиального и осевого различают также три других вида зазоров: начальный, посадочный и рабочий.

Для чего нужен радиальный зазор в подшипниках качения

Выделяемое при работе подшипника тепло передается валу и корпусу. Поскольку теплопроводность корпусов почти всегда выше, чем валов, температура внутреннего кольца подшипника и его тел качения зачастую на 5 — 10°C бывает выше, чем температура наружного кольца, при этом может расти в зависимости от условий работы до очень больших значений. Вследствие термического расширения существующий радиальный зазор уменьшается вплоть до недопустимо минимальных величин, что может повлечь за собой повышения силы трения и выход подшипника из строя. Для того чтобы подобное не допустить и выпускаются изделия с заведомо увеличенным зазором. Отсюда пошло и принятое выражение «увеличенный тепловой зазор».

Полагают, что наиболее благоприятным условием для радиальных шариковых подшипников (наиболее распространенной группы) является рабочий зазор близкий к нулю или даже натяг малой величины. Но если эти подшипники воспринимают высокие осевые нагрузки, то они должны иметь увеличенный зазор, что позволяет увеличить рабочий угол контакта и, тем самым, повысить осевую грузоподъемность.

Начальный зазор в подшипниках

Под начальным (или теоретическим) радиальным зазором понимают зазор подшипника в состоянии поставки. Замеры осуществляются с помощью прибора путем смещения одного из колец подшипника в крайнее его положение под определенной нагрузкой. Для некоторых типов замеры радиального зазора выполняют методом подбора щупа соответствующей зазору толщины. Для разных конструктивных групп радиальных

подшипников имеются свои группы (ряды) радиальных зазоров. Каждая группа ограничена минимальной и максимальной величинами допускаемого радиального зазора и обозначается номером (см. табл. 1). Наибольшее распространение получила нормальная группа, которая никак не кодируется в номере, 3 и 7. Чуть меньше распространены группы 6 и 8 (последний, а также 3 характерен для жд подшипников).

Рассмотрим на примерах несколько обозначений типов подшипников:

76-180306У1С2Ш2У

Группа радиального зазора — 7 (увеличенный), класс точности проставляется сразу после обозначения группы радиального зазора, это 6. Далее идет номер подшипника — 180306, а после него кодируются конструктивные особенности — У1С2Ш2У.

30-3610Н

В номере этого роликового двухрядного подшипника можно заметить обозначение зазора 3 (также увеличенный, см. таблицу ниже), класса точности (0) и Н — канавка.

Далее приведена таблица групп радиальных зазоров для разных типов подшипников по отечественной системе обозначений.

Предусмотренные группы радиальных зазоров у различных типов подшипников

Обозначение группы зазора	Обозначение типов подшипников
6, нормальная, 7, 8, 9 (1), (0), (2), (3), (4) 2, нормальная, 3, 4	<u>Шариковые радиальные однорядные без канавок для вставления шариков, с отверстием:</u> цилиндрическим (цилиндрическим) коническим
<i>[Примечание: в скобках приведены обозначения групп контрольных радиальных зазоров по РТМ 37.006.309-80]</i>	
2, нормальная, 3, 4, 5 2, нормальная, 3, 4, 5	<u>Шариковые радиальные сферические двухрядные, с отверстием:</u> цилиндрическим коническим
1, 6, 2, 3, 4 0, 5, нормальная, 7, 8, 9	<u>Роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами, с цилиндрическим отверстием; роликовые радиальные игольчатые с сепаратором:</u> с взаимозаменяемыми деталями с невзаимозаменяемыми деталями
	<i>Примечание: игольчатые радиальные роликовые подшипники, с сепаратором, групп зазоров «0» и «9» изготавливать не допускается</i>
2, 1, 3, 4 0, 5, 6, 7, 8, 9	<u>Роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами с коническим отверстием:</u> с взаимозаменяемыми деталями с невзаимозаменяемыми деталями
	<i>Примечание: группа зазора «0» в условном обозначении подшипника не проставляется</i>
Нормальная, 2	Роликовые радиальные игольчатые без сепаратора
2, нормальная, 3, 4, 5 1, 2, нормальная, 3, 4, 5	<u>Роликовые радиальные сферические однорядные с отверстием:</u> цилиндрическим коническим
1, 2, нормальная, 3, 4, 5 1, 2, нормальная, 3, 4, 5	<u>Роликовые радиальные сферические двухрядные с отверстием:</u> цилиндрическим коническим
2, нормальная, 3, 4 2, нормальная, 3	<u>Шариковые радиально-упорные двухрядные:</u> с неразъемным внутренним кольцом с разъемным внутренним кольцом

В качестве обозначения радиального зазора в подшипнике могут применяться не только цифры, но и буква Н — она указывает на специальные требования к величине радиального зазора, не предусмотренной группами зазоров по ГОСТ или другим стандартам. Эта буква ставится на второе место в ДУОЛ и обозначает ненормализованный радиальный зазор, например, H0-32330МУ1.

11. СМАЗКИ

Подшипники, заполненные смазкой ЦИАТИМ-201 дополнительного обозначения не имеют

Знак	Марка смазки	Рабочая температура, °C	Область применения
	ЦИАТИМ-201	-60 +90	Узлы трения самолетов и вертолетов; не рекомендуется при высоких удельных нагрузках
C1	ОКБ-122-7	-60 +120	Авиационные электромашины, прецизионные подшипники приборов
C2	ЦИАТИМ-221	-60 +150	Летательные аппараты, электромашины
C3	ВНИИНП-210	-60 +250	Тяжело нагруженные тихоходные подшипники
C4	ЦИАТИМ-221С	-50 +180	Авиационные электромашины
C5	ЦИАТИМ-202	-40 +110	Приборные, скоростные подшипники
C6	ПФМС-4С	-30 +300	Винтовые шариковые передачи, тихоходные подшипники
C7	ВНИИНП-271	-60 +130	Приборы, подшипники качения с малым моментом трения
C8	ВНИИНП-235	-60 +250	Подшипники работающие с колебательными движениями
C9	ЛЗ-31	-40 +130	Выжимные подшипники сцепления
C10	№158	-40 +120	Игольчатые подшипники карданных передач автомобилей
C11	СИОЛ	-30 +139	Скоростные подшипники электроверетен
C12	ВНИИНП-260	-50 +180	Приборы, скоростные шарикоподшипники
C13	ВНИИНП-281	-60 +120	Агрегатные подшипники самолетов
C14	ФИОЛ-2У	-30 +100	Игольчатые подшипники автомобилей
C15	ВНИИНП-207	-60 +180	Авиационные электромашины
C16	ВНИИНП-246	-60 +250	Слабо нагруженные скоростные подшипники электромашин в вакууме
C17	ЛИТОЛ-24	-40 +120	Подшипники многоцелевого назначения
C18	ВНИИНП-233	-40 +250	Подшипники качательного движения
C19	ВНИИНП-286	-40 +120	Гироскопы
C20	ВНИИНП-274	-80 +130	Летательные аппараты, миниатюрные приборные подшипники
C21	ЭРА	-60 +120	Системы управления
C22	СВЭМ (ВНИИНП-288)	-60 +120	Судовые электромашины
C23	ШРУС-4	-40 +120	Подшипники сцепления автомобилей и тракторов
C24	СЭДА	-60 +100	-
C25	ИНДА	менее 300	Тихоходные конвейеры, грузовые тележки и др.
C26	ЛДС-3	-50 +130	Электродвигатели общего назначения
C27	ФАНОЛ	-40 +100	Ступицы колес, рабочие механизмы сельхозмашин
C28	ВИННИП-555	-	-
C29	СЭДА	-50 +150	-
C30	ЮНОЛА	-50 +160	-

12 .Заводы-изготовители

Завод подшипников — это очень крупное предприятие с чрезвычайно развитой инфраструктурой, многочисленным трудовым коллективом и сложной системой управления, ведь для каждого отдельного типа существует сложная технологическая цепочка от поставки металла и других материалов до выпуска готовой продукции. Тем не менее, сейчас любой цех по сборке из комплектующих непонятного происхождения может присвоить себе звание завода подшипников — достаточно поставить один шлифовальный станок и все — ты уже производитель. При этом все необходимые сертификаты и документы легко доступны, качество же продукции может быть совершенно неудовлетворительным. Именно поэтому важно знать заводы изготовители подшипников и при выборе поставщиков обращать внимание на предлагаемых производителей, а не просто сравнивать цены — лишь бы было подешевле.

Многие неопытные покупатели до сих пор ищут государственный подшипниковый завод, хотя их уже давно не существует — все действующие предприятия приватизированы и являются чаще всего акционерными обществами. В данном материале представлены подшипниковые заводы России и стран СНГ в полном смысле этого слова, построены все они были еще в Советском Союзе. Действующими являются лишь немногие (полный перечень в конце публикации), при этом доля продукции наших предприятий на рынке неуклонно сокращается — ее вытесняют как производители более качественных импортных подшипников (которые дороже в несколько раз), так и китайские производители (подшипники дешевле примерно в два раза, но качество их совершенно непредсказуемо), которые обычно имеют различные «российские» бренды.

Все заводы изготовители подшипников и подшипниковой продукции

В таблице представлены заводы производители подшипников в Советское время. Многие из них работают до сих пор (для них указан адрес сайта), некоторые находятся в подвешенном состоянии или в стадии ликвидации, многие уже закрылись и признаны банкротами, тем не менее продукция с маркировкой таких предприятий еще может поступать на рынок подшипников (контрафакт), о чем необходимо знать.

Код	Наименование (последнее действующее) и город
ГПЗ-1	ОАО «Московский подшипник» (ТД «ЕПК»)
ГПЗ-2	ОАО «ГПЗ-2» (Москва)
З ГПЗ	ОАО «Саратовский подшипниковый завод» (ТД «ЕПК»)
4 ГПЗ	ООО «Завод приборных подшипников» (Самара)
4 ГПЗ	ОАО «Завод авиационных подшипников» (ТД «ЕПК»)(Самара)
5 ГПЗ	ОАО «Ролтом» (Томск)

6 ГПЗ	ООО «Подшипниковый завод №6»
7 ГПЗ	ОАО «Бакинский подшипниковый завод»
8 ГПЗ	ОАО «Харьковский подшипниковый завод»
9 ГПЗ	ОАО «Самарский подшипниковый завод»
10 ГПЗ	ОАО «Десятый подшипниковый завод»
11 ГПЗ	ОАО «Минский подшипниковый завод»
12 ГПЗ	АЛ «Гомельский подшипниковый завод»
13 ГПЗ	ОАО «Ижевский подшипниковый завод»
14 ГПЗ	ООО НПО «Прокопьевский шарикоподшипниковый завод»
15 ГПЗ	ОАО «Волжский подшипниковый завод» (ТД «ЕПК»)
16 ГПЗ	ЗАО «Степногорский подшипниковый завод» (ТД «ЕПК»)
17 ГПЗ	ОАО «Гниваньский подшипниковый завод» (Украина)
18 ГПЗ	ОАО «Винницкий подшипниковый завод» (Украина)
19 ГПЗ	ОАО «Шаватподшипник» (Узбекистан)
20 ГПЗ	ООО «Курский завод упорных подшипников» (ныне КПК)
21 ГПЗ	ООО «Шарикоподшипниковое предприятие №21» (Московская область)
22 ГПЗ	ОАО «Дагестанский подшипниковый завод»
23 ГПЗ	ЗАО «Вологодский подшипниковый завод» (VBF)
24 ГПЗ	ООО «Пензенский подшипниковый завод»
25 ГПЗ	«ГПЗ-25» (Грузия)
26 ГПЗ	СП «УзРосподшипник»
27 ГПЗ	Ахунбабаевподшипник (Узбекистан)
28 ГПЗ	ОАО «Луцкий подшипниковый завод» (LBP, SKF — Украина)
29 ГПЗ	ООО «Завод приборных подшипников» (Томск)
30 ГПЗ	ДП «Донецкий подшипниковый завод»

34 ГПЗ	ОАО «ГПЗ-34» (Ростов-на-Дону)
100	Алма-Атинский РПЗ
200	ОАО «ОК-ЛОЗА» (Московская область)
300	ОАО «Кузнецкий роликовый завод» (Кузролик)
400	Лукояновский ОАО «Подшипник» (Нижегородская область)
500	ОАО «Шумихинский завод подшипниковых иглероликов» (ОАО «ШЗПИ»)
600	ООО «Волгоград-РПЗ»
700	Завод подшипников скольжения (Тамбов)
800	ОАО «Краснодарский ремонтный подшипниковый завод»
900	ОАО «Казанский подшипниковый завод»
1000	ЗАО «Самарский ремонтный подшипниковый завод» (ЗАО «СРПЗ»)

Примечание:

1. Самарский завод подшипников 4 ГПЗ состоял из трех разных подразделений, из которых на сегодняшний момент функционируют два в виде отдельных предприятий (указаны в таблице). Третье подразделение, выпускавшее массово продукцию общего назначения, которую еще можно купить на вторичном рынке, закрыто.
2. Еще один производитель подшипников, не являющийся в строгом смысле заводом, но о котором необходимо упомянуть - ОАО ВНИПП, осуществляющий разработку и производство высокоточных, специальных подшипников мелких серий. В том числе, подшипники экстратонкостенные, керамические, гибкие, многоконтактные, интегрированные и так далее.
3. В данную таблицу не вошел успешно функционирующий Завод малых серий, выпускающий шарики для подшипников, в том числе и из нержавеющей стали и других материалов, отличных от стали ШХ-15. Продукцию можно купить достаточно оперативно, широкая номенклатура часто реализуется из наличия, под заказ осуществляется производство даже достаточно небольших партий.