

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Конструкция, классификация и маркировка

Подшипник качения представляет собой готовое изделие, основными деталями которого являются: тела качения, внутреннее и наружное кольца и сепаратор – устройство, которое удерживает тела качения на определенном расстоянии (рис.6.2). В процессе работы тела качения катятся по дорожкам колеса, т.е. между движущимися деталями имеет место трение качения, что существенно снижает потери трения.

Подшипники стандартизованы и изготавливаются в массовых количествах на подшипниковых заводах в широком диапазоне размеров внутренних диаметров от 1 до 800 мм. Выпускается большое число типов подшипников различной конструкции для применения их в различных узлах и условиях.

Подшипники классифицируют по следующим признакам:

По форме тел качения (рис. 1) – шариковые с телами качения в виде шариков (а); роликовые цилиндрические (б); роликовые конические (в); бочкообразные (г); игольчатые (д).

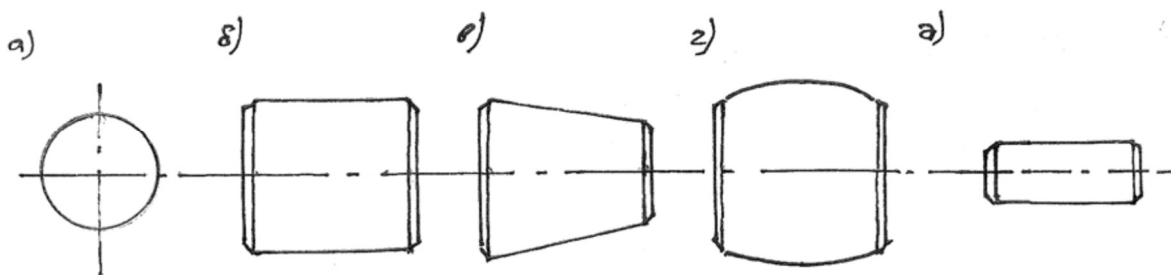


Рис. 1

По направлению воспринимаемой нагрузки – радиальные, радиально-упорные и упорные.

По числу рядов тел качения – однорядные и многорядные.

Конструкция основных типов подшипников показана на рис. 2. Здесь же дано условное обозначение некоторых наиболее распространенных типов подшипников. Самое широкое применение нашли шариковые радиальные подшипники (тип О). Они наиболее дешевы и просты в производстве и эксплуатации, не требуют строгой регулировки осевого зазора, предназначены для радиальной нагрузки, но могут воспринимать и некоторую осевую силу, имеют относительно малые потери на трение и могут применяться при большой угловой скорости вращения вала.

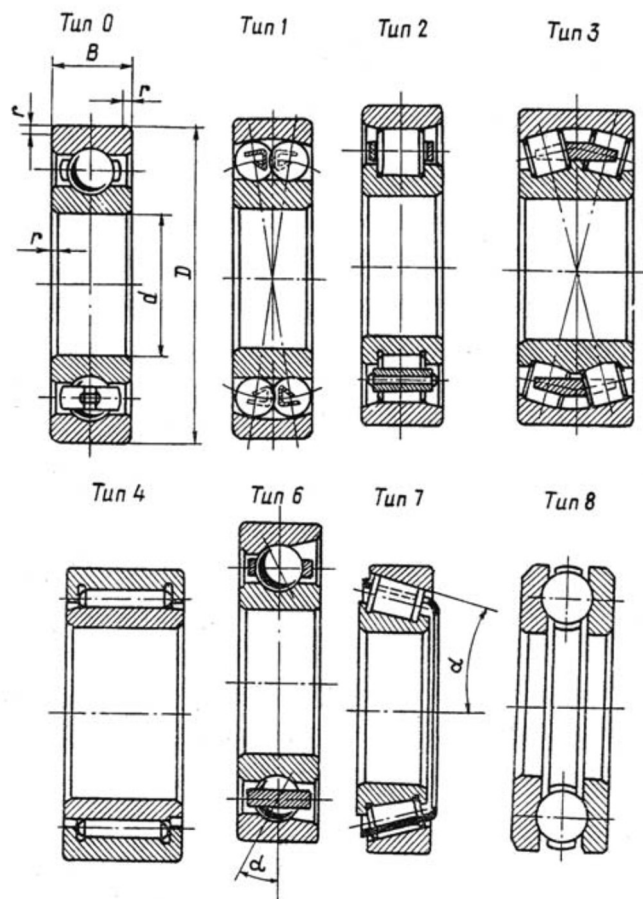


Рис. 2

Шариковые радиальные сферические подшипники (тип 1) предназначены для радиальной нагрузки, но могут воспринимать небольшую осевую силу. В отличие от типа 0 они могут работать при значительном (до 30) перекосе внутреннего кольца относительно наружного.

Роликовые радиальные подшипники с короткими цилиндрическими роликами (тип 2) предназначены для восприятия только радиальной нагрузки, так как у них наружное кольцо может смещаться по отношению к внутреннему. Такие подшипники применяются для опор, не фиксирующих вал в осевом направлении.

Роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники (тип 3) с бочкообразными роликами по свойствам аналогичны шариковым сферическим, но обладают большей грузоподъемностью. Они нашли широкое применение в опорах осей железнодорожных транспортных средств.

Роликовые радиальные игольчатые подшипники (тип 4) собираются без сепаратора, воспринимают только радиальную нагрузку. При небольших габаритах обладают высокой грузоподъемностью, но применимы при ограниченной скорости вращения.

Шариковые радиально-упорные подшипники (тип 6) предназначены для комбинированных радиальных и осевых нагрузок или чисто осевых нагрузок. Они могут работать при сравнительно высоких частотах вращения.

Роликовые радиально-упорные конические подшипники (тип 7) по сравнению с шариковыми радиально-упорными подшипниками имеют большую грузоподъемность, но меньшие значения предельных частот вращения. Подшипники этого типа, как и предыдущего, устанавливаются попарно. Для нормальной работы они должны быть нагружены осевой силой (внешней или созданной путем предварительного осевого натяга при сборке).

Шарикоподшипники упорные (тип 8) воспринимают одностороннюю осевую нагрузку. Упорные подшипники применимы только при средних и низких частотах вращения, так как при высоких угловых скоростях возможно заклинивание шариков под воздействием центробежных сил.

Маркировка подшипников

Все подшипники обозначаются путем нанесения на торцы колец или на специальные бирки (при малых размерах подшипников) цифр и букв, обозначающих тип подшипника и его основные данные, а также номер завода изготовителя. В маркировке подшипника первые две цифры (при чтении справа налево) обозначают внутренний диаметр. В диапазоне от 1 до 9 мм он обозначается одной цифрой. Для диаметров этого диапазона вторая цифра означает серию диаметров и ширин (см. ниже). На третьем месте, если обозначение подшипника содержит четыре цифры и более, ставится ноль. Внутренние диаметры, имеющие размеры 10, 12, 15 и 17 мм, условно обозначаются цифрами 00, 01, 02 и 03 соответственно, а внутренние диаметры от 20 мм до 495 мм – цифрами от 04 до 99, которые представляют собой частное от деления размера внутреннего диаметра в миллиметрах на 5.

Для каждого типа подшипника при одном и том же внутреннем диаметре для расширения диапазона несущей способности подшипника стандартом устанавливаются серии подшипников (рис. 3), у которых различными являются наружные диаметры и ширины подшипников.

В зависимости от наружного диаметра (при одинаковом внутреннем диаметре) подшипники могут быть сверхлегкой, особо легкой, легкой, средней и тяжелой серий. По ширине кольца подшипники различают особо узкой, узкой, нормальной, широкой и особо широкой серий. Цифры, обозначающие серии диаметров и ширин, ставятся на третьем месте справа. Особо легкая серия обозначается цифрами 1 или 7, легкая – цифрой 2, средняя – 3, тяжелая – 4, легкая широкая – 5, средняя широкая – 6, сверхлегкая серия обозначается цифрами 8 или 9. Четвертая цифра справа обозначает тип подшипника (см. рис. 6.2). В обозначении шариковых радиальных подшипников цифра 0, характеризующая тип подшипника, не ставится, если перед ней нет других цифр.

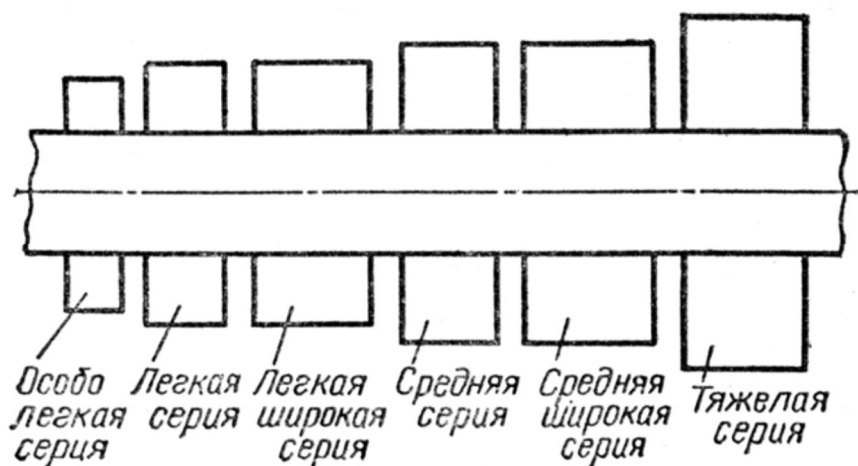


Рис. 3

Пятая и шестая цифры обозначают конструктивные особенности подшипника. Цифра 2, 4, 5 или 6, стоящая слева перед остальными и отделенная от них дефисом, обозначает класс точности подшипника.

Точности подшипника убывает с возрастанием ее класса (2, 4, 5, 6), т.е. с наиболее высокой точностью изготавливаются подшипники класса точности 2. Нормальный класс точности обозначается цифрой 0, которая в маркировке подшипника не проставляется.

От точности изготовления в значительной мере зависит работоспособность подшипника и предельно допустимая частота вращения. Однако с повышением точности резко возрастает стоимость подшипника.

Слева и справа от основного обозначения могут стоять цифры и буквы, содержащие дополнительные сведения о подшипнике. Например, у подшипников из нержавеющей стали ставится буква «Ю», у подшипников с латунным сепаратором – буква «Л», с текстолитовым – буква «Е» и т.д.

Таким образом, по маркировке подшипника можно установить его основные данные. Например, подшипник 201 – шариковый радиальный, легкой серии с внутренним диаметром 12 мм; подшипник 17 – шариковый радиальный особо легкой серии с внутренним диаметром 7 мм; подшипник 7311 – роликовый радиально-упорный конический средней серии с внутренним диаметром 55 мм.

Все перечисленные подшипники имеют нормальный класс точности. Подшипник 6–0308 – шариковый радиальный средней серии с внутренним диаметром 40 мм, 6-го класса точности.

КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

На рис. 4 показана схема нагружения тел качения подшипника при действии на него радиальной силы F_r .

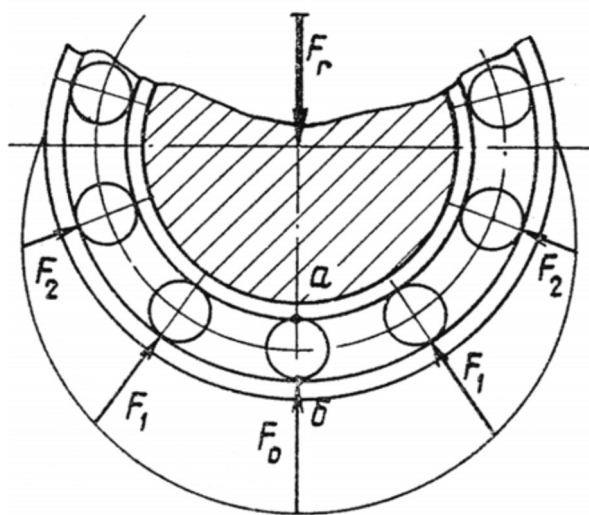


Рис. 4

Каждое i -ое тело качения, воспринимающее нагрузку, оказывается при этом под воздействием силы F_i , также направленной радиально. Наибольшее значение $F_i = F_o$ будет у тела качения, расположенного на линии действия силы F_r . В точках а и б контакта тела качения с дорожками колец возникают контактные напряжения, при этом напряжение в точке а будет больше, чем в точке б, что объясняется меньшей суммой главных радиусов кривизны контактирующих поверхностей в точке а по сравнению с точкой б.

За период работы подшипников, число нагружений колец в точках а и б будет различным и зависит от того, какое из колец вращается относительно вектора силы F_r . На кольце, неподвижном относительно вектора F_r , число нагружений будет равно числу тел качения, прокатившихся через эту точку. На кольце, вращающемся относительно этого вектора, число нагружений в каждой точке будет равно числу оборотов, которое сделает кольцо. В первом случае число нагружений будет примерно в $z/2$ раз больше, чем во втором (z – число тел качения). Отсюда следует, что более быстрого разрушения следует ожидать на неподвижном относительно вектора F_r внутреннем кольце, так как в этом случае наибольшие контактные напряжения будут действовать в течении большего числа циклов. Нагружение кольца, неподвижного по отношению к вектору внешней нагрузки, принято называть местным, нагружение подвижного – циклическим. Рассмотренное явление учитывается при расчете подшипников введением коэффициента вращения V .

Многokrатно возникающие контактные напряжения могут вызвать усталостное выкрашивание поверхностей колец и тел качения. Причинами потери работоспособности подшипников качения также могут быть пластические деформации, абразивный износ, разрушение сепараторов и поломка колец.

Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей тел качения и дорожек качения является основным, наиболее типичным видом разрушения подшипников качения. Процесс разрушения начинается с образования небольших раковин, которые очень быстро растут в

размерах. При этом усиливается вибрация, стук. При появлении первых признаков выкрашивания подшипник принято менять. Процесс образования раковин, микротрещин и других концентраторов напряжений зависит от действия множества факторов и носит случайный характер. Поэтому расчет на предотвращение усталостного выкрашивания производится с использованием вероятностных методов. Данный расчет называют расчетом по динамической грузоподъемности.

Пластические деформации на дорожках качения (вмятины) и деформации тел качения появляются вследствие действия ударных или больших статических нагрузок при отсутствии относительного вращения колец подшипника или при очень малой скорости вращения. Расчет на предотвращение остаточных деформаций колец и тел качения называют расчетом по статической грузоподъемности.

Абразивное изнашивание наблюдается при попадании в подшипник пыли и других мелких, но твердых частот. Применением уплотнений и других способов защиты подшипников и смазок от загрязнений можно уменьшить абразивный износ до допустимой величины.

Разрушение сепараторов происходит под действием центробежных сил и от давления на сепаратор тел качения; наблюдается при больших скоростях вращения. *Поломки колец* могут быть вызваны перекосами при монтаже или большими ударными нагрузками.

Последние три вида разрушения могут быть предотвращены конструктивными, технологическими и эксплуатационными мерами.