

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ И МОНТАЖА ПОДШИПНИКОВ НА ДЕФОРМАЦИЮ ТЕЛ КАЧЕНИЯ**

*Белорусская государственная политехническая академия*

*Минск, Беларусь*

При монтаже подшипников необходимо соблюдать чистоту рабочего места, так как попадание твердых частиц или грязи в подшипник влияет на его долговечность и, в некоторых случаях, приводит к преждевременному выходу его из строя.

Практика показывает, что, несмотря на увеличение грузоподъемности подшипников за счет улучшения качества стали и конструкции, срок их службы в реальных машинах повышается в гораздо меньшей степени. Принято считать, что одна из причин этого – наличие загрязняющих веществ. Суть указанного явления заключается в том, что вследствие воздействия загрязняющих веществ и увеличения абразивного износа происходит местное повышение контактного напряжения между телом качения и кольцом, что в результате приводит к изменению формы беговой дорожки. Кроме того, мельчайшие выступы на поверхности контакта и риски, образующиеся в результате износа, становятся источником концентрации напряжения. Это приводит к локальным перегрузкам, т.е. к пластическим деформациям и разрушению поверхностного слоя. При большой загрязненности крупной фракцией наблюдается интенсивный абразивный износ контактирующих поверхностей, увеличение зазоров и искажение первоначальной внутренней геометрии контакта.

Сопрягаемые с подшипником поверхности вала и корпуса должны быть тщательно промыты, протерты, просушены и смазаны тонким слоем смазочного материала. Точность размеров и форм всех деталей, сопряженных с подшипником, должна быть проверена и соответствовать требованиям ГОСТ 3325-85.[1].

Если монтаж производится из деталей, имеющих погрешности размеров или формы, то эти погрешности переносятся на собираемый узел и в дальнейшем становятся главной причиной выхода подшипника из строя. Это приводит не только к возникновению биения вала при вращении, но и к искажениям формы дорожек качения подшипниковых колец, установленных на валах.

Погрешности собираемых деталей, и, прежде всего, их пространственные отклонения и отклонения формы, приводят к упругим перемещениям сопрягаемых деталей и нарушению условий контакта поверхностей. При этом возникают изменения формы эпюры давлений, кромочные взаимодействия между дорожками и телами качения подшипников и пр.

Можно утверждать, что погрешности монтажа во многих случаях превышают допустимые отклонения при изготовлении высокоточных узлов- например, шпинделей прецизионных станков [2].

Закрепление на корпусах стаканов под подшипники винтами приводит к появлению местных выпучиваний на цилиндрической поверхности, предназначенной для установки подшипников. В ряде случаев эти выпучивания передаются на дорожки качения подшипников. По аналогичным причинам возникает неравномерное прилегание торцов гаек или регулировочных колец к торцовым поверхностям подшипников, что также вызывает искажение дорожек качения.

К дефектам монтажа можно отнести несоблюдение посадок подшипников, неправильное назначение регулировочных зазоров, неравномерную затяжку подшипников, установку подшипников с перекосом, запрессовку подшипников недозволёнными методами, механические повреждения подшипников при их монтаже и др. Указанные дефекты приводят к нарушению нормальной работы деталей и узлов, к перегрузке подшипников и, в ряде случаев, к аварийному выходу из строя узла или машины в целом.

При назначении тугих посадок возможна выборка в подшипнике внутренних зазоров, что затрудняет его вращение и в некоторых случаях вызывает защемление тел качения. Кроме того, тугие посадки могут привести к износу посадочных мест.

Если же посадка подшипника в корпусе не настолько туга, чтобы вызвать защемление тел качения, она может стать причиной повышенного износа сепаратора, так как в этом случае он теряет ориентировку относительно тел качения и попеременно прижимается к одному из бортов кольца подшипника.

При слишком свободной посадке колец подшипников может происходить их проворот. Вращение внутреннего кольца по валу или наружного кольца в корпусе происходит при недостаточной смазке. От высокого местного нагрева кольца отпусаются, вследствие чего увеличивается их износ, появляются раковины и трещины.

Свободная посадка опасна преимущественно по причине образования дополнительных динамических нагрузок, не допускаемых при нормальной работе подшипникового узла. [3]

Величина зазора (натяга) в подшипниковых узлах оказывает существенное влияние на работоспособность шпиндельных узлов: точность вращения, жесткость, нагрев опор, долговечность и др.

При установке шпиндельных валов на роликоподшипниках необходимо помнить, что уменьшение зазора и увеличение предварительного натяга всегда вызывает возрастание момента трения и соответственно тепловыделения в опорах. В то же время для повышения точности подшипников допустимый предварительный натяг необходимо увеличивать. Для обеспечения заданной жесткости в более точных подшипниках нужен меньший натяг, чем в подшипниках менее точных [4].

Для роликовых подшипников также опасен монтаж с перекосом внутреннего кольца относительно наружного. У этих подшипников перекос приводит к повышенным удельным нагрузкам в местах касания кромок роликов с дорожкой качения, вызывая при этом выкрашивание материала кольца.

При взаимном перекосе колец шариковых подшипников происходит повышенный износ трущихся поверхностей и прежде всего износ сепараторов, что может явиться причиной их разрушения. Известно, что значительная часть поломок сепараторов в однорядных шариковых подшипниках происходит по этой причине. Само разрушение вызывается разностью скоростей шариков на различных участках пути, в результате чего шарики неравномерно воздействуют на гнезда сепараторов.

Повышенный износ сепараторов происходит вследствие того, что шарики попеременно отжимаются в обе стороны от плоскости, проходящей через середину дорожки качения одного из колец, отжимая во взаимопротивоположные стороны отдельные звенья сепаратора.

Такая ненормальная работа шарикового подшипника приводит к усталостной поломке сепаратора большей частью по заклепочным отверстиям. Поверхность его излома, как правило, оказывается заполированной после поломки, что не позволяет выявить усталостный характер разрушения сепаратора.

Поэтому основными отличительными признаками при разрушении подшипников вследствие взаимного перекоса колец являются: односторонний неравномерный износ, одностороннее боковое выкрашивание, следы неравномерного одностороннего смятия на посадочных и торцовых поверхностях колец.

Иногда монтаж подшипника с взаимным перекосом колец приводит к задирам, которые впоследствии являются очагами усталостного разрушения колец.

Установка подшипника в дефектный корпус, имеющий, например, овальное отверстие, приводит к перекосу осей наружного и внутреннего колец т.е. создает условия для взаимного перекоса колец подшипника. С другой стороны, при овальном отверстии в корпусе наружное кольцо приобретает эллиптическую форму, что часто приводит к разрушению сепаратора.

Вследствие монтажа подшипника в гнездах овальной или другой (не круглой) формы происходит предварительная резко неравномерная нагрузка тел качения.

Во всех случаях метод установки подшипников зависит от их типа и размера. Очень важно, чтобы кольца сепаратора или тела качения не подвергались прямым ударам. Основным правилом при монтаже подшипника является недопустимость передачи усилия запрессовки через тела качения. При монтаже необходимо обеспечить точность положения колец подшипников относительно оси вращения. Перекос колец является одной из причин первоначального повреждения подшипников и концентрации контактных напряжений.

Эксплуатационный перекос колец не должен превышать 0,7 максимального значения конструктивно допускаемого угла взаимного перекоса колец при нормальных условиях эксплуатации. Если натяг при посадке не слишком велик, небольшие подшипники можно установить легким ударами молотка по втулке, установленной на передний торец кольца подшипника. Удары следует равномерно распределять по кругу, чтобы подшипник не перекосялся.

Однако механический способ монтажа подшипника не дает точного распределения усилия на пресованное кольцо, особенно, когда монтаж осуществляется механическим ударом. Непараллельность терцев втулок, используемых при монтаже, и их несоосность относительно оси вала не дают точного распределения усилия на пресованное кольцо. Все это приводит к перекосу колец подшипника одного относительно другого (рис.1).

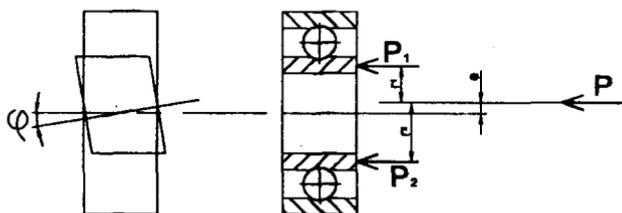


Рис. 1

Перекос кольца подшипника относительно корпуса или вала влияет на характер распределения нагрузки[5].

На рис.2 показана зона нагруженности: а) перекос внутреннего кольца относительно корпуса. в) перекос наружного кольца относительно вала.

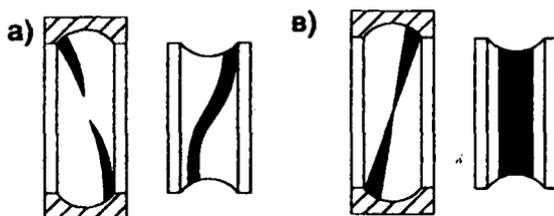


Рис. 2.

Чтобы избежать повреждений во время установки подшипников с натягом, можно использовать индукционный нагреватель, который позволяет быстро и равномерно

но нагреть кольцо подшипника и с небольшим усилием посадить его в корпус или на вал [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог подшипников: каталог 004.Р ООО “Biring”, 1998 – 302 с. 2. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин – М.: Машиностроение, 1975. – 223 с. 3. Зайцев А.М. Авиационные подшипники качения. – М, 1963. – 339 с. 4. Комиссар А.Г. Опоры качения в тяжелых режимах эксплуатации – М, 1987. – 384с. 5. Jean Dhers . Le diagnostic du roulement. I.S.O import standard office-1985. – 48 p. 6. Георг Фишер. Легкий и быстрый монтаж подшипников качения с индуктивным нагревательным аппаратом// Подшипники. – 1987. – 8–16 апреля. – С. 89.

УДК 621.88.084

Д. Эльмессауди

### **ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ**

*Белорусская государственная политехническая академия  
Минск, Беларусь*

Точность геометрических размеров деталей подшипников оказывает значительное влияние на долговечность их работы. Разноразмерность тел качения по диаметру оказывает определенное влияние на изменение распределения радиальной нагрузки в зависимости от расположения ролика или шарика, имеющих больший по сравнению с другими телами качения размер. При вращении подшипника ролик или шарик с большим диаметром непрерывно вызывает перераспределение нагрузки между другими телами качения от минимальных до максимальных значений. При этом процесс качения роликов или шариков сопровождается дополнительным скольжением. Повышенное скольжение тел качения ускоряет процесс их износа, а также дорожек качения, что приводит к уменьшению срока службы подшипника в целом.

Рассмотрим, как влияют конструкционные факторы на распределение нагрузки между телами качения при неподвижном подшипнике, т. е. в статике.

Основным расчетным параметром, определяющим работоспособность подшипников качения по критериям статической прочности и усталостной выносливости рабочих поверхностей, является контактное напряжение, возникающее на площадках контакта наиболее нагруженных шариков или роликов с беговыми дорожками колец [1].