

ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Полунина Л.П., Наврузова Д.Х.

Домалаудың конустық роликті подшипниктерінің қиратуды сипат және ұзақ уақытқа жарамдылығына жүктемелер, жылдамдық, сылау және температураның ықпалын қаралады.

Influence of loadings, speeds, greasings and temperatures on character of destruction and durability of conic roller bearings swinger is considered.

В настоящей статье рассматривается влияние нагрузок, скорости, смазки и температуры на характер разрушения и долговечность конических роликовых подшипников качения

Возможные виды повреждений подшипников [1], подразделяются на отказы **усталостного и неусталостного** характера. Последние могут быть внезапными (адгезионное схватывание, перегрев, прижог электрической дугой, вдавливание инородных твердых частиц и продуктов износа) и постепенными (абразивный износ, коррозия, фреттинг - коррозия, приводящая к развитию трещин по посадочным местам внутреннего или наружного кольца, рифление поверхности при постоянном прохождении электрического тока).

Усталостные повреждения в местах контакта могут возникать на глубине от поверхности в местах расположения микровключений, концентрации напряжений, или под цементированным слоем, а также на поверхности в виде точечного выкрашивания. Они могут приводить к сколам по бортикам колец и разрушению сепаратора.

Адгезионный износ различной интенсивности проявляется в виде истирания, задиров, вырывов и наволакивания металла, возникает по краям дорожек качения и на роликах при тяжелых условиях работы и прекращении подачи смазки. Вызывается контактом металла по металлу, свариванием и пластической деформацией по верхушкам микронеровностей, при этом образуются продукты износа, и изменяется микроструктура поверхности.

Если нормальные условия работы восстанавливаются, следы адгезии могут заглаживаться. В противном случае этот износ приводит к **перегреву** подшипника. Причинами перегрева подшипника могут быть недостаточная смазка, работа с перегрузками или чрезмерная нагрузка подшипника при регулировке, а также превышение допустимой скорости вращения. В случае адгезионного износа одна из поверхностей качения становится более твердой, что приводит к абразивному износу, даже если условия смазки улучшаются.

Коррозия часто возникает вследствие нарушения защитного слоя смазки при хранении, в частности, в местах отпечатков пальцев. В последующей эксплуатации продукты коррозии попадают в смазку и служат мелким абразивом, после чего изношенные поверхности имеют гладкий притертый вид. Коррозия возникает также при попадании воды. В результате существенно снижается усталостная долговечность подшипника.

Фреттинг – коррозия возникает при относительном микроперемещении поверхностей под высоким контактным давлением и имеет три стадии: адгезионное схватывание, окисление и установившийся износ. Фреттинг – коррозия дорожек качения возникает при недостаточной смазке или вибрации подшипника под нагрузкой без вращения. Фреттинг – коррозия дорожек качения может быть уменьшена или ограничена при использовании специальных смазок и правильной регулировке осевого зазора. Фреттинг – коррозия может возникать также по посадочным поверхностям и по торцам подшипника, что может привести к относительному проворачиванию деталей и развитию трещин в валах и внутренних кольцах подшипников. Фреттинг – коррозия по посадочным поверхностям может быть предотвращена увеличением натяга для ограничения взаимного перемещения поверхностей.

Вдавливание инородных частиц, в частности, продуктов абразивного износа может происходить, когда их размеры превышают толщину масляной пленки. Вдавливание продуктов износа ведет к возникновению очагов точечного усталостного выкрашивания.

Прижигание дорожек качения электрической дугой происходит при прохождении электрического тока по неровностям поверхности контакта при не вращающемся или медленно вращающемся подшипнике. Электрическая дуга приводит к сильному местному повреждению, однако общая геометрия поверхностей качения не изменяется.

Перечисленные виды повреждения не всегда приводят к полной потере работоспособности подшипника, но существенно сокращают его долговечность, вызывая ускоренное развитие усталостных повреждений.

Чтобы избежать подобных повреждений, необходимо обеспечивать достаточную смазку подшипников, иметь надежные уплотнения. Система циркуляции смазки должна иметь надежные фильтры. Подшипник должен быть правильно отрегулирован, тяжелые ударные нагрузки и вибрации должны быть исключены, должны быть выдержаны допуски на размеры посадочных поверхностей и исключена возможность прохождения через подшипник электрического тока [2].

Усталостное выкрашивание дорожек и тела качения может возникать вследствие различных причин. Характер выкрашивания поверхности, вызванного наличием вредных включений в стали под поверхностью контакта в зоне максимальных касательных напряжений, зависит от толщины масляной пленки. При относительно большой толщине масляной пленки, следы выкрашивания имеют полуэллиптическую форму. Если толщина масляной пленки мала, развивающееся повреждение поверхности имеет вид точечного выкрашивания.

Точечное выкрашивание возникает на поверхности и быстро распространяется в виде клинообразных выщербин.

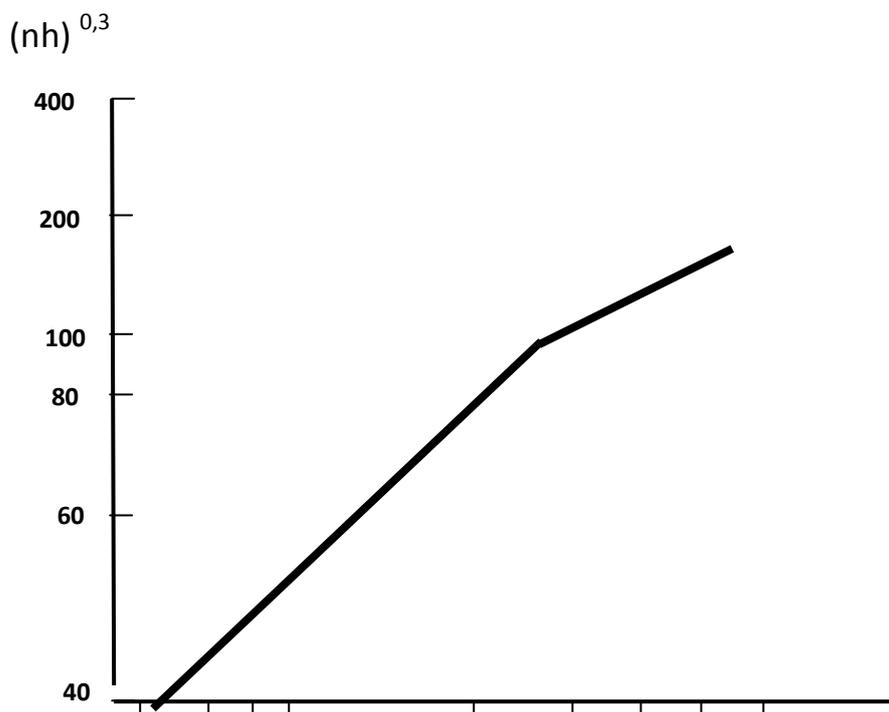
Микровыкрашивание или шелушение характеризуется очень малой глубиной повреждений, располагающихся по поверхности качения наподобие изморози. Шелушение может зарождаться у микронеровностей при малой толщине масляной пленки, особенно в случае работы подшипников с высокими скоростями. Этот вид повреждения сам по себе не опасен, но может вызывать другие виды усталостного повреждения.

Фреттинг – коррозия по посадочной поверхности и интенсивное выкрашивание по дорожкам качения могут привести к усталостным трещинам и разрушению колец. При очень высоких напряжениях может происходить разрушение роликов. Долговечность по выносливости зависит от нагрузки, скорости, смазки и температуры. При сравнительно невысоких нагрузках, составляющих 80-100% от допускаемых расчетных, основным видом усталостного разрушения является микровыкрашивание. В местах микровыкрашивания в дальнейшем развивается точечное выкрашивание. На границе областей микровыкрашивания растут напряжения, что ведет к развитию повреждения и нарушению геометрии подшипника. Возникновение того или иного вида разрушения зависит, главным образом, от толщины масляной пленки. Если масляная пленка недостаточной толщины, выкрашивание весьма быстро распространяется даже при малых нагрузках. При средних нагрузках, в пределах 80-150% от динамической грузоподъемности подшипника, преобладающим видом усталостного повреждения является микрошелушение или точечное выкрашивание.

На рисунке 1, показана зависимость относительной долговечности подшипника $(nh)^{0,3}$ - вертикальная шкала, от коэффициента K_a , равного отношению толщины масляной пленки к среднеквадратичной высоте неровностей. В настоящее время при выборе смазки значению этого коэффициента придается большое значение [3]. При достаточной толщине масляной пленки выкрашивание происходит только в местах расположения вредных включений, причем усталостные повреждения распространяются весьма медленно.

Уделяется большое внимание химическому составу смазки, в частности, исследованиям смазочных жидкостей с теплостойкими присадками и различным содержанием воды. Усталостная долговечность подшипников при работе с синтетическими смазочными жидкостями оказалась выше, и меньше снижалась при повышении температуры.

Использование синтетических смазочных жидкостей с большим содержанием воды приводит как правило к снижению усталостной долговечности подшипников. Увеличение скорости вращения подшипника, вызывает утолщение масляной пленки, что вообще говоря, благоприятно для долговечности.



0,04 0,06 0,08 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 1 K_a

**Рис. 1 Зависимость относительной долговечности подшипника $(nh)^{0,3}$
от коэффициента толщины масляной пленки (K_a)**

Независимо от вида усталостного повреждения, долговечность снижается при уменьшении относительной толщины масляной пленки, т.е. при низкой вязкости масла и при высокой температуре. При достаточной толщине масляной пленки выкрашивание происходит только в местах расположения вредных включений. Причем усталостные повреждения распространяются весьма медленно. При высоких скоростях может быстро развиваться микровыкрашивание, приводящее к концентрации напряжений и точечному выкрашиванию, а также повышается температура подшипника, что приводит к необходимости применения специальных смазок и материалов. Сорты масел при испытаниях подшипников с высокой и низкой температурой должны подбираться так, чтобы вязкость масла и толщина смазочной пленки при рабочих условиях в обоих случаях были одинаковы.

Важным фактором, определяющим долговечность подшипников, является правильная регулировка [4].

На рисунке 2 показана зависимость долговечности L_c (в час.) подшипника (вертикальная шкала) от величины зазора или натяга (мм). На рисунке 2, обозначено: 1-долговечность; 2-зазор; 3- предварительный натяг подшипника; 4- долговечность по каталогу; нижняя шкала – зона нагружения (град). При больших зазорах нагрузка распределяется на малое количество тел качения и на наружном кольце возникают высокие контактные напряжения. Значительный предварительный натяг также приводит к увеличению напряжений и перегреву подшипников.

При чрезмерно высоких нагрузках характерным является зарождение усталостных повреждений под термообработанным слоем, а также

L_c



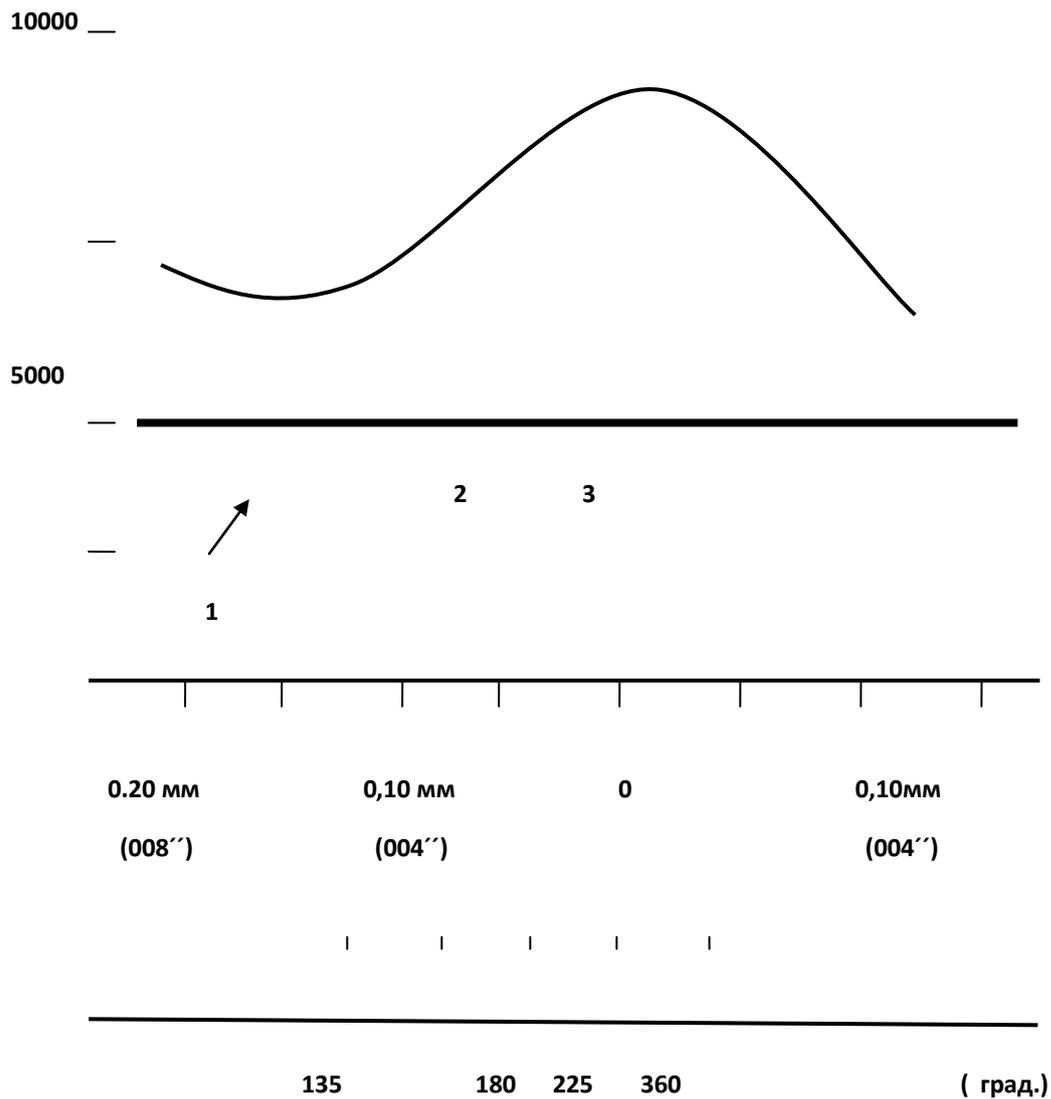


Рис. 2 Зависимость долговечности подшипника (L_h) от величины зазора или натяга

разрушение колец подшипников по поперечному сечению. Правильная регулировка, выполняемая в нерабочем состоянии, должна обеспечивать оптимальные величины зазоров при рабочей температуре, с учетом увеличения размеров вала и корпуса при нагреве.

Литература:

1.Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для вузов. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.

2.Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.Т.2. - М.:
Машиностроение, 1982. – 559 с.

3.Сборник научно-методических статей по деталям машин. – Вып. 1./ Под
ред. Д. Н. Решетова – М.: Высшая школа, 1975. – 88 с.

4.Орлов П.И.Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-
х книгах, кн.-2, М.: Машиностроение, 1977. – 573 с