

Как избежать отказов в работе подшипников скольжения



ДМИТРИЙ КОПЕЛЮВИЧ,
King Engine Bearings Ltd.

Большинство отказов подшипников скольжения могут быть вызваны одним из следующих факторов: прямой (металлический) контакт между подшипником и валом, усталостное разрушение материала подшипника, геометрические дефекты, кавитационная эрозия, коррозия материала подшипника.

1. Отказ подшипника в результате прямого контакта с валом (режим смешанного трения).

Абразивный износ в результате прямого контакта с валом проявляется в трех последовательных стадиях:

- **Ускоренный износ** — подшипник не перегрет, его поверхность (частично или полностью) приобретает блестящий вид.
- **Тяжелый износ** — поверхность подшипника носит следы перегрева и даже частичного оплавления покрытия.
- **Тяжелый горячий износ** — поверхность подшипника полностью повреждена и сильно перегрета, покрытие и промежуточный слой расплавлены.

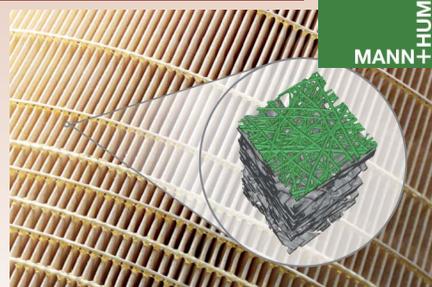
Табл. 1. Отказы подшипников вследствие прямого контакта с поверхностью вала

Причина	Метод устранения
Недостаточный расход масла	Проверить систему подачи масла (например: не засорены ли каналы)
Разрывы масляной пленки вследствие усталостного разрушения материала подшипника	Изменить материал подшипника (например поставить три-металлический подшипник вместо биметаллического) или устранить причину перегрузки
Геометрические дефекты (дефектная шлифовка вала, деформированный шатун)	Заменить или перешлифовать дефектные детали
Недостаточное качество поверхности вала	Проверить и исправить процедуру шлифовки
Чужеродные частицы, циркулирующие в масле или вдавленные в поверхностный слой подшипника (Рис. 2)	Определить источник загрязнения, улучшить качество мойки деталей
Слишком низкая вязкость масла вследствие разбавления топливом или охлаждающей жидкостью	Определить и устранить источник разбавления масла. Использовать масло большей вязкости
Следы вибрации шлифовального круга (волны) на поверхности вала	Заменить подшипник шпинделя или сбалансировать шлифовальный станок

НОВОСТИ

Фильтры для карьеров

Компания MANN+HUMMEL представила новый воздушный нановолоконный фильтр MICROGRADE NF. Как подчеркивает производитель, это первый продукт, предназначенный для транспортных средств, функционирующих в тяжелых условиях, к примеру, на строительстве или в карьерах. Этот фильтр позволит защитить двигатели и другие компоненты, такие как датчики расхода воздуха или турбокомпрессоры.



В помощь автоэлектрику

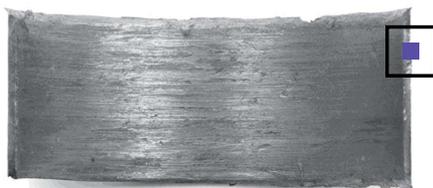


Создана новая версия прибора Activa Professional Flash от австрийского производителя зарядных устройств FRONIUS. Прибор подключается к клеммам аккумулятора и позволяет не только менять старую батарею на новую без прекращения подачи питания, но и гарантированно удерживает ток в системе на уровне 70 ампер.

Прибор может использоваться для прописывания форсунок, кодирования или программирования модулей в течение многих часов работы. Кроме того, прибор позволяет полностью восстанавливать разряженные, изношенные, засульфированные аккумуляторы и аккумуляторы после долгого хранения. Activa Professional Flash полностью амоделирован для использования в дилерских автоцентрах Volkswagen, Audi, Skoda, Seat, Porsche, BMW, Renault и других европейских и азиатских производителей. Компания Интерлакен-Рус предлагает прибор в варианте для независимых автосервисов.



Абразивный износ в результате прямого контакта с валом



Абразивный износ, вызванный наличием чужеродных частиц в масле

Факторы, вызывающие смешанный режим смазки и методы их устранения приведены в Табл.1.

2. Отказ подшипников вследствие усталостного разрушения материала

Усталость материала — вторая по значимости причина выхода из строя подшипников скольжения. В связи с существующей в двигателестроении тенденцией повышения удельных нагрузок на подшипники фактор усталости становится все более важным.

• Усталость алюминиевого слоя (биметаллические подшипники).

Усталостные трещины образуются на внешней поверхности, распространяются сквозь толщину алюминиевого сплава, достигая границы со стальным основанием, после чего продвижение трещин происходит по границе между алюминиевым слоем со сталью.



Усталостное разрушение алюминиевого слоя биметаллического подшипника



Усталостное разрушение покрытия триметаллического подшипника



Усталостное разрушение бронзового промежуточного слоя триметаллического подшипника

Табл. 2. Отказы подшипников вследствие усталости материала

Причина	Способ устранения
Ошибочный выбор материала подшипника	Изменить материал подшипника (например, поставить три-металлический подшипник вместо биметаллического)
Детонация двигателя или слишком большое опережение зажигания	Уменьшить опережение зажигания или перейти на топливо с большим октановым числом
Продолжительная эксплуатация двигателя на высоких крутящих моментах и низких оборотах	Изменить материал подшипника (например поставить три-металлический подшипник вместо биметаллического)
Плохое прилегание стального основания к поверхности гнезда подшипника	1. Проверить высоту выступа стыка 2. Перешлифовать гнездо подшипника в соответствии с требуемым размером
Недостаточный расход масла, вызывающий локализацию нагрузки на небольшом участке поверхности	Проверить систему подачи масла: каналы, клиренс, давление масла и т.п.
Геометрические дефекты, вызывающие локализацию нагрузки на подшипник	Заменить (исправить) дефектные детали или заменить на подшипник с лучшей прирабатываемостью (биметаллический вместо триметаллического)
Усталость, ускоренная коррозионным действием загрязненного масла	Исключить (снизить) загрязнение масла или использовать масло с ингибиторными добавками

Фрагменты алюминиевого сплава отслаиваются от стального основания, нарушая гидродинамический режим трения, что в конечном счете приводит к отказу подшипника.

Усталостное разрушение алюминиевых сплавов часто сопровождается деформацией (экструзией) анти-фрикционного слоя в осевом направлении.

• Усталость покрытия триметаллического подшипника.

Усталостные трещины, образующиеся в покрытии, имеют вид паутины. Предел усталостной прочности покрытия определяется двумя параметрами: прочностью материала покрытия и его толщиной. Чем тоньше покрытие, тем выше его предел усталости.

Усталостные трещины в покрытии не вызывают немедленного отказа в работе подшипника. Однако с течением времени частицы покрытия начинают отслаиваться от промежуточного бронзового слоя, что приводит к прерыванию гидродинамической масляной пленки и может вызвать схватывание вала с обнажившемся материалом промежуточного слоя.

НОВОСТИ

Total — новое масло для BMW

Концерн Total представил свою последнюю разработку — малозольное моторное масло TOTAL QUARTZ INEO EFFICIENCY 0W-30.

Новое масло соответствует международным стандартам ACEA C3-2008 и C3-2010 и официально одобрено BMW (одобрение LL-04). Оно совместимо с самыми последними бензиновыми и дизельными двигателями и обладает сразу несколькими выдающимися характеристиками.

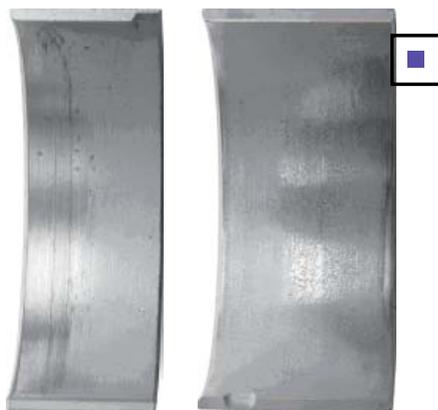
Так, в ходе противозносных тестов новое моторное масло QUARTZ INEO EFFICIENCY 0W-30 по своим эксплуатационным качествам превзошло требования стандарта ACEA в два раза! А в ходе специально разработанного теста



BMW показало износ двигателя на 32% меньше требований автокомпании, что свидетельствует о лучшей защите самых уязвимых деталей мотора.

Также новое моторное масло TOTAL QUARTZ INEO EFFICIENCY 0W-30 успешно прошло серию тестов BMW на сохранение свойств и устойчивость к окислению. В ходе испытаний автомобили эксплуатировались на разных скоростях в различных режимах в течение 350 часов, после чего эксперты BMW оценивали образовавшиеся отложения, нагар и общую способность масла поддерживать чистоту двигателя. Результаты тестов показали: масло QUARTZ INEO EFFICIENCY 0W-30 превосходит требования BMW на 18%.

Еще одно важное преимущество нового моторного масла TOTAL — как и все масла серии INEO, TOTAL QUARTZ INEO EFFICIENCY 0W-30 обладает пониженным содержанием серы, фосфора и сульфатной золы (технология Low SAPS), что играет ключевую роль в защите систем доочистки выхлопных газов, включая дизельные сажевые фильтры (DPF).



Металлический контакт вследствие деформации шатуна



Металлический контакт вследствие несовершенства геометрии вала (корсетность)

• Усталость бронзового промежуточного слоя триметаллического подшипника

Усталостное разрушение начинается с усталости покрытия. Фрагменты покрытия отслаиваются от бронзового слоя, приводя к нарушению гидродинамического режима трения. Нагрузка концентрируется в небольшой области металлического контакта, способствуя образованию трещин на поверхности промежуточного (бронзового) слоя. Трещины проходят через слой бронзы до границы со стальным основанием, где они меняют направление и начинают продвигаться по границе, что приводит к частичному выкрашиванию или отслоению промежуточного слоя.

Факторы, вызывающие усталостное разрушение материала подшипника и методы их устранения приведены в Табл. 2.

3. Отказ подшипников вследствие геометрических дефектов

Геометрические дефекты приводят к неравномерному распределению нагрузки на подшипник, что может вызывать локально выраженный износ и усталостное разрушение.

• Деформация шатуна является одной из возможных причин локализованного нагружения подшипника.

Высокое давление в цилиндре, возникшее в результате детонации или работы двигателя на высоких значениях крутящего момента могут привести к изгибу или закручиванию шатуна.

Такая деформация приводит к нарушению параллельности поверхностей подшипника и вала, что вызывает металлический контакт между ними, в области которого происходят ускоренный износ, усталостное разрушение и задиры.

• Несовершенство геометрии вала — другая возможная причина неравномерного распределения нагрузки на подшипник скольжения.

Использование изношенного шлифовального круга при шлифовке коленчатого вала приводит к таким дефектам поверхности вала, как конусность, бочкообразность, корсетность.

Та часть вала, которая имеет больший диаметр (центральная часть бочкообразного вала, края корсетобразного вала), непосредственно касается поверхности подшипника, вызывая в месте контакта локализацию нагрузки.

4. Отказ подшипников вследствие кавитационной эрозии материала



Кавитационная эрозия мягкого покрытия из свинцового сплава

Кавитационная эрозия — это тип отказа подшипника, отличный как от усталостного разрушения, так и от прямого контакта с валом.

Напомним, что кавитация — это явление, относящееся к гидродинамике. Оно возникает тогда, когда происходит изменение нагрузки, приложенной к подшипнику с высокой частотой (на высоких оборотах вращения двигателя). Давление масла в масляной пленке резко падает при изменении величины и направления нагрузки, вызывая быстрое испарение и образование кавитационных пузырьков. Когда давление снова возрастает, пузырьки схлопываются с высокой скоростью, производя волну высокого давления, которая способна разрушать материал подшипника.

Мягкие покрытия на основе свинца склонны к кавитационной эрозии. Поэтому замена триметаллических подшипников с баббитовыми (свинцовистый сплав) покрытиями на биметаллический материал или триметаллический материал с прочным покрытием предотвратит отказ подшипника вследствие кавитационной эрозии.



Получить консультацию по вопросам приобретения и применения подшипников можно в компании King Engine Bearings Ltd.

www.king-bearings.com, e-mail: leonidl@king-bearings.com, тел. + 972 523 222 992

НОВОСТИ

В Москву за «колесами»



До 50% проданных в Москве подержанных автомобилей уезжают в регионы. Такие данные получили аналитики Суперавтомаркета «Формула 91» в результате проведенного исследования географии продаж подержанных авто. В среднем 25% покупательской аудитории составляют жители других регионов России, в некоторые месяцы их число достигает 50%. Основной мотивацией приезда в Московский регион стал большой выбор транспортных средств.

Согласно данным опроса, за покупкой подержанных автомобилей в Москву приезжают жители многочисленных регионов России. В числе 500 респондентов (400 мужчин (80%) и 100 женщин (20%)) в исследовании приняли участие представители таких регионов как Калининградская, Тульская, Кировская, Нижегородская, Свердловская, Тамбовская области, республика Дагестан, Удмуртская республика, Ставропольский, Краснодарский края и ряд других. 60% покупателей в качестве причины приезда за автомобилем в Москву назвали большой выбор транспортных средств, 15% опрошенных отметили более низкие цены по сравнению с предложением в родном регионе, 7% —

наличие в продаже нужного автомобиля. Также в качестве причин приезда за автомобилем в Москву респонденты называли наличие качественных авто и высокий уровень обслуживания.

Кроме того, 35% респондентов готовы потратить средства на техническую экспертизу ТС, чтобы избежать неприятных сюрпризов по дороге домой.

«Большое число покупателей из регионов объясняется насыщенностью Московского рынка, — комментирует руководитель отдела продаж Суперавтомаркета «Формула 91» Станислав Сердюк. — Региональные рынки зачастую испытывают дефицит предложения подержанных автомобилей, например в случае, если модель не продается в России официальными дилерами. Касательно выбора авто, продажи в регионы отличается более высокая популярность отечественного и китайского автопрома — до 50% «китайцев» и до 70% отечественных автомобилей с пробегом уезжают в другие субъекты РФ».

