

## **УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ АЛМАЗОГРАФИТОМ**

**Фастович Д.П.**

*Научный руководитель – доцент Докшанин С.Г.*

*Сибирский федеральный университет*

Подшипники качения являются важнейшими структурными элементами машин, где они применяются в опорах движущихся частей механизмов. Такие преимущества перед опорами скольжения, как малый коэффициент трения, пониженный расход смазочного материала и уменьшение момента страгивания позволили подшипникам качения найти широкое применение во всех отраслях машиностроения, на автомобильном и железнодорожном транспорте, в авиационно-космической технике, сельскохозяйственных машинах и оборудовании, строительной и дорожной технике, горнодобывающем оборудовании и в другой технике, где необходима передача звеньям механизмов вращательного или качательного движения.

Не зависимо от того, в каких условия происходит эксплуатация машины, нормальная работоспособность подшипников качения достигается только в случае использования соответствующего смазочного материала, имеющего хорошие смазочные свойства и его надежной подачи в подшипник. В 40 % случаев потеря работоспособности подшипниками качения обусловлена повреждением и износом поверхностей тел качения и колец, что связано с утратой смазочным материалом своих эксплуатационных свойств. Основная причина преждевременного отказа связана с образованием задира, возникающего в результате скольжения тел качения по дорожкам и бортам колец. В условиях эксплуатации даже кратковременное ужесточение режима работы может привести к наступлению граничного режима трения за счет выдавливания смазочного материала из зоны контакта тел качения с дорожками колец. Следствием этого является повышение момента трения и рост температуры в подшипниковом узле. Все это приводит к схватыванию контактирующих поверхностей, что сказывается на работоспособности подшипников качения.

Уменьшение проскальзывания, понижение рабочей температуры, ограничение момента трения можно добиться за счет качества применяемых смазочных материалов, поэтому большее внимание уделяется их антифрикционным, противоизносным и противозадирным свойствам. Являясь необходимым условием правильной и надежной работы подшипников качения в машинах и механизмах, смазочный материал выполняет следующие основные назначения: уменьшает трение между поверхностями качения и снижает проскальзывания; отводит тепло, образующееся в процессе работы, и обеспечивает его равномерное распределение во всех частях подшипника качения; предохраняет детали подшипника от коррозии. Применение смазочных материалов с улучшенными антифрикционными и противоизносными свойствами повышает срок службы подшипников качения, однако выбор серийных марок смазочного материала может быть ограничен условиями эксплуатации или техническими требованиями к работе подшипникового узла. В этом случае введение в базовый смазочный материал твердых добавок, улучшающих триботехнические свойства, может быть решением данного вопроса.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений в области модификации серийно выпускаемых пластичных смазочных материалов с целью повышения их смазочных свойств можно считать применение в качестве твердых добавок порошки материалов с ультра и наноразмерными частицами. Их введение приводит к улучшению антифрикционной способности смазочных материалов, снижает коэффициент трения и интенсивность износа деталей подшипников качения, понижает температуру в зоне трения, увеличивает прочность смазочного слоя на контакте, повышает герметизирующие и защитные свойства смазочного материала. Подобные улучшения позволяют применять модифицированные пластичные смазочные материалы для опор с подшипниками качения, работающих при больших значениях скоростей и прикладываемых нагрузок.

Представленная работа была выполнена в лаборатории исследования процессов трения Сибирского федерального университета. Цель работы заключалась в получении высокоэффективных пластичных смазочных материалов с улучшенными антифрикционными и противоизносными свойствами на основе модификации серийно выпускаемых. Методика заключается в том, что для улучшения смазочных свойств в них вводятся ультрадисперсные порошки алмазографита с размером частиц 40–100 нм. Порошки представляют собой конденсированный углеродсодержащий продукт, полученный методом детонационного синтеза в среде углекислого газа.

Эффективность использования ультрадисперсного порошка алмазографита в качестве добавки является основанием для более детального изучения механизма действия ультрадисперсных частиц в смазочных материалах. Ультрадисперсному алмазографиту, в отличие от широко применяемых порошковых добавок, характерна высокая адгезионная способность к металлическим поверхностям. За счет повышенной поверхностной энергии они образуют на поверхности трения прочные пленки, которые выдерживают значительные касательные и нормальные нагрузки, возникающие на площадке контакта. Пленка, удерживая на поверхности трения тонкий смазочный слой, представляет защитный экран, который в режиме высоких нагрузок способен предотвращать образование схватывания поверхностей и препятствовать разрушению граничных слоев.

Для создания исследуемой смазочных композиций в качестве основы был выбран пластичный смазочный материал «Литол-24». Например, на рис. 1 и 2 представлены зависимости изнашивания подшипников качения от наработки. Испытания выполнялись на лабораторной установке, моделирующей работу подшипникового узла при однонаправленном вращении, образцами служили роликоподшипники типа 32206. Оценка смазочных свойств проводилась при различных режимах работы подшипникового узла, диапазон нагрузок изменялся в пределах 0,1–2,5 кН, частота вращения внутреннего кольца 960 об/мин. Концентрация добавки в смазочной композиции составляла 1 % от массы взятого смазочного материала.

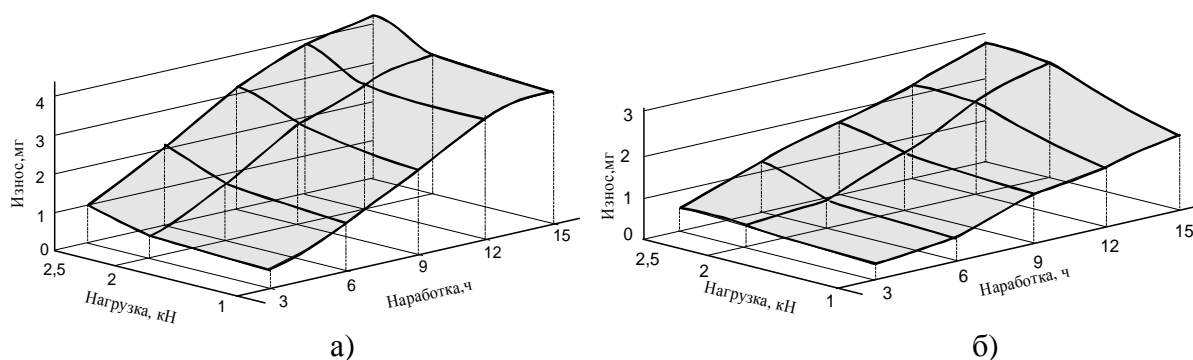


Рисунок 1-Зависимость износа от наработки для радиальной нагрузки: а) без добавки УДПАГ; б) с добавкой УДПАГ

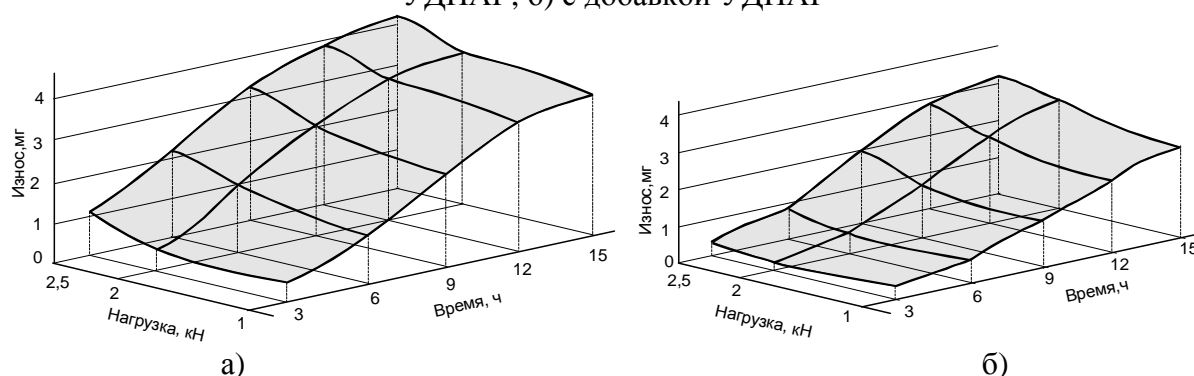


Рисунок 2-Зависимость износа от наработки для осевой нагрузки: а) без добавки УДПАГ; б) с добавкой УДПАГ

Результаты исследований показывают, что введение ультрадисперсного порошка алмазографита повышает противоизносные и антифрикционные свойства пластичного смазочного материала «Литол-24». В подшипниках качения, нагруженных радиальной нагрузкой, при использовании смазочного материала с добавкой уменьшается величина износа в 1,6–1,8 раза. Для подшипников качения, нагруженных осевой нагрузкой, смазочный материал с добавкой ультрадисперсного порошка алмазографита также показал эффективность использования. Здесь величина износа подшипника уменьшилась в 1,2–1,4 раза. При этом величина момента трения в подшипниках уменьшается на 31–33 %.

Вполне очевидно, что для долговечности узла имеет место определенная связь между эксплуатационными свойствами смазочных материалов, изнашиванием контактирующих поверхностей и контактными нагрузками. Условия смазки подшипников качения оказывают влияние не только на прямой износ деталей подшипника, но и на усталостное выкрашивание материала в зоне контакта, что является обычной причиной потери работоспособности подшипников качения при нормальных условиях их эксплуатации. В большинстве случаев усталостное разрушение деталей подшипника начинается на поверхности в результате возникновения касательных напряжений, связанных с действующими силами трения. При наличии у смазочного материала хороших антифрикционных свойств происходит снижение коэффициента трения на площадке контакта между телом качения и дорожкой. За счет этого в зоне контакта ролика и дорожки качения процесс образования усталостных трещин будет видоизменяться. В этом случае зарождение усталостных трещин будет сдвигаться от поверхности материала, что приводит к увеличению времени до начала усталостного разрушения дорожек и тел качения и продлевает срок службы подшипникового узла.

Расчетные значения долговечности подшипников качения, а также лабораторные исследования пластичных смазочных материалов позволяют говорить о том, что при использовании в опорах качения смазочных материалов, в которые введены добавки ультрадисперсного порошка алмазографита, происходит снижения моментов трения, износа деталей подшипников, снижения контактных напряжений в зоне трения. Все это способно в 1,5–2 раза увеличить срок службы подшипников качения.