

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПИЛИПЁНОК И. И.

*(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой;
г. Новополоцк, Республика Беларусь)*

В связи с высокой экономической и экологической важностью проблем износа разработка эффективных методов повышения износостойкости деталей является приоритетной задачей в автомобильной промышленности. Существуют различные подходы к решению этой проблемы, включая использование новых материалов с улучшенными трибологическими свойствами, разработку эффективных смазочных материалов и систем смазывания, а также совершенствование технологий упрочнения поверхностей деталей.

Одной из перспективных областей является использование износостойких покрытий, наносимых на поверхность деталей. Такие покрытия могут быть изготовлены из различных материалов, включая твердые сплавы, керамику, алмазоподобные материалы и композиционные материалы. Выбор материала покрытия зависит от условий эксплуатации детали, необходимой износостойкости и других факторов. Не менее важной областью является разработка новых смазочных материалов: поиск и создание смазочных материалов с наилучшими эксплуатационными характеристиками, способных снизить трение и износ в широком диапазоне условий.

Цель работы: анализ и обобщение современных методов повышения износостойкости деталей узлов трения за счёт модифицирования смазочных материалов, изучение механизмов действия твердых дисперсных добавок и оценка эффективности применения наноразмерных частиц в составе смазочных материалов для улучшения их трибологических характеристик.

Современные тенденции в разработке смазочных материалов для пластичных смазок. В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к разработке и широкому внедрению сложных и высокотемпературных смазочных материалов. В их основе лежат загустители, полученные при взаимодействии мыла с комплексообразователями. Ярким примером являются сложные литиевые смазочные материалы, которые характеризуются повышенной температурой падения, хорошей механической стабильностью и экстремальными характеристиками сжатия. Наряду с литиевыми смазочными материалами все большее распространение получают смазочные материалы на основе сложного алюминия и уретановые загустители.

Одним из наиболее перспективных направлений в улучшении смазочных материалов для пластмасс является их модификация твердыми смазочными материалами и добавками высокого давления. Эти дисперсные частицы, равномерно распределенные по смазочной основе, выполняют несколько ключевых функций, которые действуют с помощью различных механизмов:

- механизм скольжения: частицы ламинарной кристаллической решетки, создающие "эффект межслойного скольжения";
- механизм защитного слоя переноса: мягкие полимерные частицы, оседающие на поверхности трения, образуя гладкий защитный слой с низким коэффициентом трения, который предотвращает прямой контакт с металлом;
- механизм химической модификации поверхности: некоторые нанокomпозиты и соединения могут вступать в контролируемую химическую реакцию с материалом поверхности в условиях высоких контактных давлений и температур, образуя тонкий, прочный и легко удаляемый пограничный слой с исключительной прочностью на сжатие.

Обзор исследований по применению наноразмерных присадок. Значительный интерес в современной трибологии представляет применение наноразмерных частиц в качестве присадок к смазочным материалам. Анализ литературных данных позволяет выделить несколько ключевых направлений в этой области.

Многими авторами рассматриваются вопросы, связанные с применением УДА в качестве модификатора смазочных материалов. Это обусловлено рядом факторов: наноалмазы структурируют масляную пленку, увеличивают ее динамическую прочность, действуют на кристаллическую решетку поверхности металла, упрочняя ее, формируют новые поверхности трения, уменьшая граничное трение и износ [1]. Отмечается, что модифицирование пластичных смазочных материалов наноразмерными алмазосодержащими добавками обеспечивает повышение противозадирных свойств, оказывает приработочный эффект за счет повышения твердости контактирующих поверхностей при измельчении структуры поверхности трения в процессе интенсивной пластической деформации микронеровностей под воздействием твердых частиц алмаза и в результате дисперсного упрочнения при внедрении частиц алмаза в поверхность трения. Также способствует снижению коэффициента трения в результате уменьшения шероховатости поверхности трения и частичной замене трения скольжения на трение качения.

Исследования влияния наноалмазов. Иванов М. с соавторами исследовали синергетические составы детонационных наноалмазных частиц (DND) в виде заполнителей и полностью деагломерированных частиц 5нм были использованы в качестве добавок к маслам 10W40 и 5W30, соответственно. Трибологические испытания при условиях высокой нагрузки (300Н и 980Н) с использованием пар трения с разной относительной твердостью. Значительное снижение износа было отмечено для пар трения сталь/сталь HRC25/25, HRC25/50 и HRC30/HRC60, тогда как для пар сталь/сталь HRC60/60 и HRA86/HRC24 — повышенный износ [2].

Смазочные характеристики смазочных материалов могут быть улучшены за счёт однородного дисперсирования наночастиц в качестве аддитива. Факторы, влияющие на химико-физические свойства наносмазочных материалов, включают концентрацию частиц, их размер, форму частиц, рабочую температуру, время со-никации и свойства базовой жидкости, при которых концентрация частиц играет значительную роль в смазочных свойствах наносмазочных материалов. Установлено, что добавление наночастиц в обычные смазочные материалы является перспективным способом повысить их смазочные характеристики за счёт снижения трения и износа взаимодействующих поверхностей [3].

В работе Zhai W, Lu W, Liu X, Zhou L разработан удобный и эффективный метод улучшения антифрикционных и противоизносных свойств фрикционных поверхностей сталь/медь путем использования наноалмазов в качестве добавки в масло. Добавление 0,2 мас.% наноалмазов в масло обеспечивает значительное снижение момента трения с 0,12 Нм до 0,08 Нм. Кроме того, объем износа в тесте с маслом, модифицированным наноалмазами, на порядок меньше, чем в тесте без наноалмазов. Впервые в этой работе продемонстрированы высокие трибологические свойства наноалмазов в качестве эффективной добавки в масляные смазочные материалы для решения проблем фрикционного износа, и эта стратегия легко масштабируется для практического промышленного применения [4].

Вывод: модифицирование смазочных материалов твердыми дисперсными добавками является одним из наиболее перспективных методов повышения износостойкости деталей. Эффективность данного подхода обеспечивается реализацией комплекса механизмов, включая создание эффекта межслойного скольжения, структурируют масляную пленку и повышают ее несущую способность, формирование защитного перенесенного слоя и оказывают упрочняющее воздействие на поверхностный слой пар трения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дудан А.В., А.А. Гуца. Модифицирование поверхностей трения наноразмерными алмазосо-держащими добавками // Инновационные технологии в машиностроении : электрон. сб. ма-териалов. Научные конференции и семинары ПГУ. Новополоцк, 2015 г. / Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2015. – Режим доступа: <http://elib.psu.by>. – Дата доступа: 20.12.2017.
2. Ivanov M., Mahbooba Z., Ivanov D., Smirnov S., Pavlyshko S., Osawa E., Brenner D., Shenderova O. Nanodiamond-based oil lubricants on steel-steel and stainless steel – hard alloy high load contact: investigation of friction surfaces. *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*. 2014;5(1):160–166.
3. R. A. Arul Raja, J. Sunil "Chemico-Physical and Mechanico-Dynamical Behavior of Nanofluids" *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Print ISSN : 2395-1990, Online ISSN : 2394-4099, Volume 9, Issue 5, pp.301-305, September-October-2022.
4. Zhai W, Lu W, Liu X, Zhou L, Nanodiamond as an effective additive in oil to dramatically reduce friction and wear for fretting steel/copper interfaces, *Tribology International* (2018), DOI: 10.1016/j.tri-boint.2018.08.006.