

Проведенные исследования взаимодействия твердого тела с расплавом в ультразвуковом поле показывают существенное изменение рельефа поверхности.

Следовательно, использование ультразвуковых колебаний для интенсификации процессов приводит к увеличению плотности, однородности структуры и улучшению свойств формируемых при МЭУ и МАО поверхностей деталей машин. Введение ультразвуковых колебаний в рабочую зону в процессе МАО позволяет исключить сложное кинематическое движение осцилляции обрабатываемой детали и снижает шероховатость обрабатываемой поверхности. При МЭУ с ультразвуком обеспечивается плотное соединение расплавленных частиц ферромагнитного порошка с упрочняемой поверхностью детали.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л. М. Акулович. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Кожуро, Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск : Наука и техника, 1995. – 232 с.
3. Физика и техника мощного ультразвука: Мощные звуковые поля. / под ред. Л. Д. Розенберга. – Москва : Наука, 1968. – 268с.
4. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986. – 172 с.
5. Шилиев, А. С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А. С. Шилиев. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2007. – 412 с.

УДК 621.822.67:621.892.5:541.183

### **ПОВЫШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОСТРУКТУРНЫМИ АЛМАЗАМИ**

**Л. Н. Образцов**

*Кузбасский государственный технический университет  
им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово*

*Проведены исследования и установлено, что добавление наноалмазов в базовую смазку подшипников качения уменьшает шероховатость дорожек качения подшипников на 30%, а количество дефектов – на 40%.*

Помимо традиционных методов модификации порошками металлов, весьма перспективными в смазочных материалах различного назначения оказались ультрадисперсные алмазографитовые порошки [1].

При поиске оптимального соотношения цена-качество для изделий с наноалмазами (НА) следует учитывать следующее:

- простая технология синтеза наноалмазов позволяет создать промышленное производство с низкой себестоимостью, определяемой в основном стоимостью взрывчатых веществ;
- во многих областях вместо наноалмазов допустимо использовать неочищенную алмазную шихту, которая в несколько раз дешевле очищенной;
- положительный эффект достигается при введении в материал добавок наноалмазов, как правило, от 0,01 до 1,0 мас. %.

Можно отметить следующие преимущества НА как модификаторов трения поверхностей перед другими типами веществ такого рода:

- эффективность при очень низких концентрациях в базовой смазке;
- совместимость с различными видами масел;

С целью повышения контактной долговечности подшипников качения на основе учета применения смазочных композиций с содержанием наноалмазов было проведено экспериментальное исследование которое включало в себя:

- исследование шероховатости поверхности и количества дефектов на дорожках качения наружных колец;
- исследование микроструктуры дорожек качения наружных колец;
- проверку основных выводов, вытекающих из теоретических разработок.

Объектами исследования являлись однорядные радиальные шарикоподшипники с уплотнениями 180208 ГОСТ 8882-75.

В качестве базового смазочного материала использовался Литол-24 (ГОСТ 21150–87)

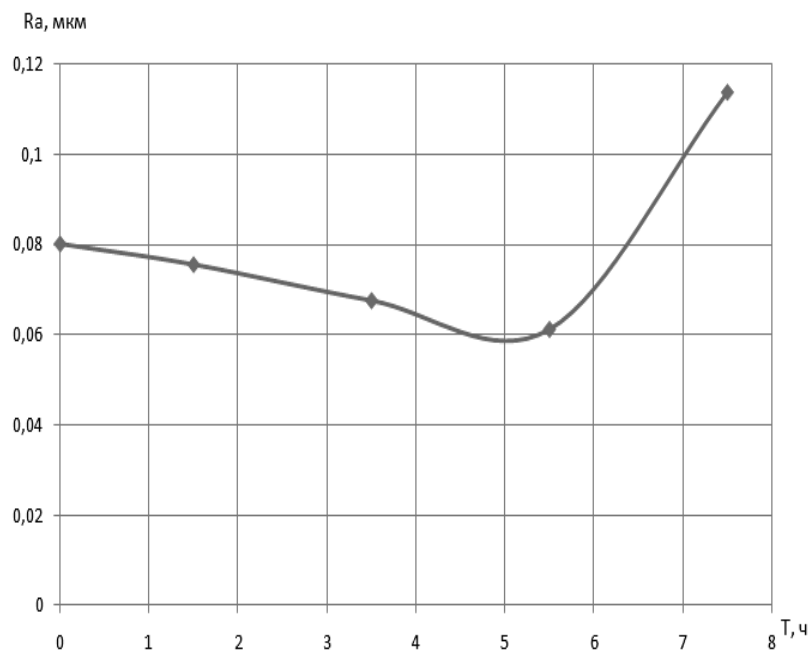
Методом механической диспергации НА добавляли в Литол-24, достигая необходимой однородности смазочной композиции.

Для испытания подшипников на контактную долговечность использовалась специальная испытательная машина ВНИПП-543.

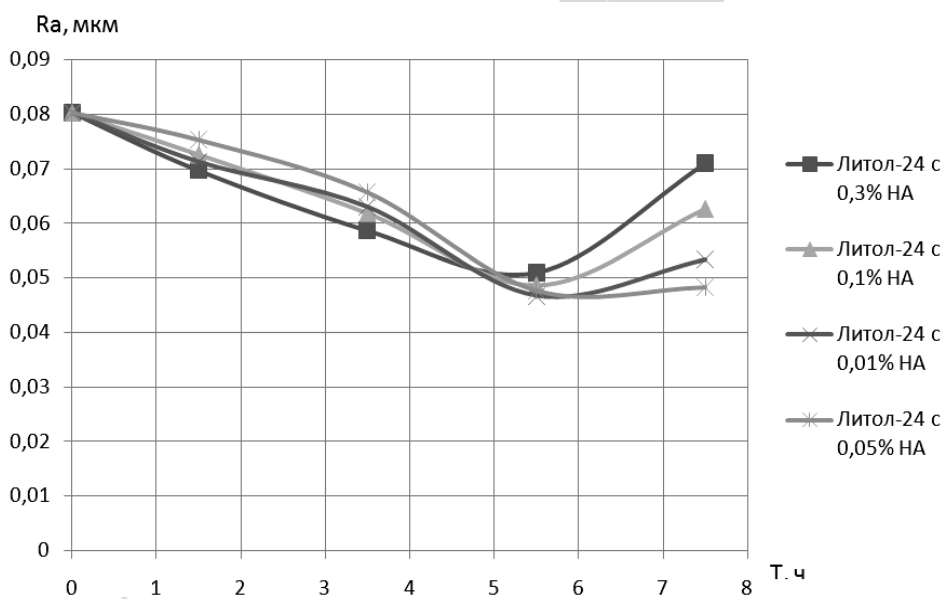
После испытаний замерялась шероховатость дорожек качения наружных колец подшипника с использованием поворотного измерительного устройства на профилографе-профилометре модели «Talysurf-5M».

Ресурс подшипника в результате испытаний определяли с учетом только усталостного разрушения; другие виды отказов рассматривались как аварийные и не учитывались при оценке расчетных характеристик.

На основе анализа информации о формировании качества поверхности при трении с добавлением в смазочный материал наноматериалов в эксперименте выбраны следующие варьируемые факторы: концентрация добавки в смазке  $K$ , % масс; время работы подшипников под нагрузкой,  $T$  час.



Зависимость шероховатости дорожек наружных колец подшипников качения от времени испытания при использовании смазки Литол-24 без модификаторов



Зависимость шероховатости дорожек наружных колец подшипников качения от концентрации в базовой смазке наноалмазов (НА) и времени испытания

Разница в шероховатости для образцов без модификаторов и с использованием НА составляет более 50%, а это значит, что при использовании только базовой смазки расчетная долговечность подшипника совпадает с действительной, в то время как при использовании 0,01 % наноалмазов экспериментальная долговечность подшипника качения намного больше

расчетной. В виду этого появляется необходимость в разработке изменений расчета долговечности подшипников качения при использовании наномодифицированных смазочных композиций.

Полученные в ходе исследований данные довольно наглядно показывают степень влияния наноматериалов на контактную долговечность подшипников качения, но вследствие изменения микротвердости в поверхностных слоях металла физико-химическое взаимодействие наноалмазов с поверхностным слоем на всей его длине может протекать по-разному, и этот процесс практически не изучен.

Проведение тонких физических исследований микро- и наноструктуры поверхностного слоя позволит установить закономерности и управлять эксплуатационными характеристиками подшипников качения на стадии производства и эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Терентьев, В. Ф. Смазка и смазочные материалы в трибосистемах: Научное издание / В. Ф. Терентьев. – Новосибирск : изд-во Со РАН, 2002. – 187 с.

**УДК 620.179.1**

### **СТРУКТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ**

**О. А. Останин**

*Кузбасский государственный технический университет  
им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово*

*В статье описана структурно-аналитическая модель акустико-эмиссионного контроля на стадиях жизненного цикла изделий. Для стадии оценки состояния поверхностного слоя (ПС) методом акустической эмиссии (АЭ), приведена математическая модель, которая связывает параметры состояния ПС с сигналами АЭ.*

Одним из базовых положений технологии машиностроения является учение о технологическом наследовании (ТН), в соответствии с которым состояние ПС детали формируется и трансформируется на всех стадиях обработки и эксплуатации, что должно учитываться при проектировании технологических, особенно, упрочняющих процессов поверхностного пластического деформирования (ППД). Для описания ТН используется фено-