

при трении. Для этих целей мы предлагаем использовать нанопорошки меди, полученные по разработанному и запатентованному нами ранее [4] методу химического восстановления из растворов ее солей под действием различных восстановителей. Варьируя природу восстановителя, методы стабилизации и условия процесса получения, можно в широких пределах регулировать размер (от 30 до 500 нм) и форму частиц, а, следовательно, и целенаправленно менять их свойства. На VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2008 году нами получен диплом за разработку нанопорошков меди.

Литература

1.В.Ю. Долматов. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: Свойства и применение. // Успехи химии. 2001.Т.70. №7. С. 687–708.

2.Пат. 2081821 Российская Федерация, МПК⁶ C01B31/06. Способы отделения ультрадисперсного алмаза [Текст] / Еременко Н.К., Образцова И.И., Ефимов О.А., Коробов Ю.А., Сафонов Ю.Н., Сидорин Ю.Ю.; Заявители и патентообладатели Институт химии углеродных материалов СО РАН, Кемеровский государственный университет. – 95100317/25; заявл. 11.01.1995; опубл. 20.06.1997, Бюл. №17.

3.Л.Н. Образцов. Применение наноалмазов в смазочных композициях – эффективный путь повышения контактной долговечности подшипников качения // Ползуновский альманах. 2009. №2. С. 48–49.

4.Пат. 2115516 Российская Федерация, МПК⁶ B22F9/30. Способы получения ультрадисперсного медного порошка [Текст] / Еременко Н.К., Образцова И.И., Сименюк Г.Ю.; Заявитель и патентообладатель Институт химии углеродных материалов СО РАН, – 97109435/02; заявл. 04.06.1997; опубл. 20.07.1998, Бюл. №20.

УДК 621.385.833

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ЧАСТИЦЫ ПОРОШКА ПРИ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ КОМБИНИРОВАННЫХ КАТОДОВ

В.Н. Ковалевский, д-р техн. наук, проф.,
В.С. Нисс, канд. техн. наук, С.В. Григорьев
Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Одним из направлений создания новых материалов с улучшенным комплексом физико–механических характеристик является модифицирование поверхностных свойств частиц порошка путем осаждения на них атомарных потоков, полученных при распылении в вакууме металлических или неметаллических катодов – мишеней.

При создании многофункциональных покрытий (в том числе и наноразмерных) на порошке одним из перспективных способов является магнетронное распыление комбинированных катодов. При использовании комбинированных катодов одновременно распыляется несколько материалов. Для обеспечения требуемого химического состава компонентов в наносимом покрытии комбинированный катод должен иметь определенную геометрию, а также должно соблюдаться необходимое соотношение площадей распыляемых материалов.

К сожалению, обеспечить требуемый химический состав в покрытии только лишь геометрическими параметрами комбинированного катода не удастся из множества влияющих на процессы осаждения атомарных потоков величин. Кроме геометрических параметров на химический состав покрытия также оказывают влияние различия в коэффициентах распыления материалов, расстояние между распыляемой мишенью и плоскостью осаждения, размер и форма частиц порошка, схема и скорость перемешивания частиц в барабане, режимы распыления катодов.

Для контроля наличия покрытия на порошке и его толщины, равномерности его нанесения, а также соответствия получаемого химического состава покрытия требуемому составу рационально использование сканирующего электронного микроскопа с рентгенофлуоресцентным микроанализатором.

Подготовка образца порошка к исследованию заключалась в нанесении его на поверхность электропроводящего скотча, прикрепленного к металлической основе. Электропроводящий скотч необходим для снятия статического электричества с поверхности порошка, образующегося под действием электронного пучка микроскопа.

Изучение химического состава покрытия осуществлялось при помощи рентгенофлуоресцентного микроанализатора с использованием специализированного программного обеспечения.

В том случае, если частицы исследуемого порошка в образце лежат плотно, то имеется возможность сразу получить усредненный химический состав покрытия для большого количества частиц (так называемый «анализ по площади»).

Длительность проведения исследования химического состава с использованием энергодисперсионного микроанализатора составляет всего несколько десятков секунд, поэтому имеется возможность исследовать десятки частиц порошка с покрытиями по очереди (так называемый «анализ в точке»). В результате проведения «анализа в точке» на основании отклонений данных химического состава отдельных частиц от среднего значения состава покрытий появляется возможность не только определить химический состав покрытия, но и оценить равномерность его нанесения на отдельные частицы.

В том случае если покрытие тонкое (от порядка 2 мкм и вплоть до наноразмерных) наряду со спектром элементов покрытия появляется спектр элементов, входящих в состав порошка. Одни и те же элементы могут входить как в покрытие, так и в основу порошка. Для учета влияния состава основы порошка на

результаты анализа состава покрытия перед нанесением покрытия проводился анализ состава основы порошка.

Определение толщины тонких покрытий с использованием сканирующего электронного микроскопа проводится только расчетным путем на основании изучения ослабления спектров основы порошка. Чем толще покрытие тем слабее линии спектра основы порошка и наоборот.

Для точного определения толщины покрытия необходимо строить градуировочный график зависимости толщины покрытий от интенсивности спектральных линий основы порошка. Определение толщин покрытий для построения градуировочного графика в данном случае необходимо предварительно проводить на других приборах, например, просвечивающем электронном микроскопе.

Результаты определения химического состава покрытия, его равномерности, толщины используются для корректировки режимов напыления покрытий и изменения геометрии комбинированных катодов.

УДК 621.82: 621.89: 544.72

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Л.Н. Образцов, аспирант
Кузбасский государственный технический университет
(г. Кемерово, Россия)

Наиболее частой причиной выхода подшипников качения из строя является усталость, вызывающая ухудшение поверхности качения колец, приводящее к нагреву и, иногда, к механическим поломкам.

Одним из путей обеспечения высоких эксплуатационных свойств является применение в подшипниках современных смазочных материалов. К числу эффективных относят пластичные смазки, модифицированные нанопорошками, которые позволяют повысить контактную долговечность подшипников, и, в свою очередь, срок службы механизмов.

Перспективным модификатором смазочных материалов является наноалмаз, имеющий следующие преимущества перед другими типами веществ такого рода:

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

Наноалмазы, введенные в материал, играют роль мощного структурообразователя, обеспечивая дисперсионное упрочнение композиции, так как обладают собственным зарядом.

Наличие собственного заряда у частиц модификатора обуславливает протекание в среде смазочного материала различных электрофизических процес-