

Наноалмазы в композиционных гальванических покрытиях

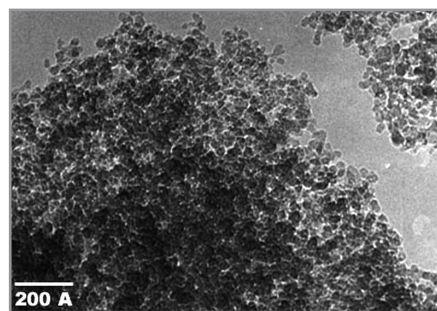
Леонид Сафонов (г. Карачев, Брянская обл.)

Применение детонационных наноалмазов в качестве добавки при нанесении гальванических металлических покрытий открывает новые горизонты в деле получения поверхностей с уникальными свойствами для промышленных применений.

Ресурс большинства пар трения и контактных пар электрических соединений определяется способностью их поверхностей сохранять свои эксплуатационные свойства. Один из самых известных способов улучшения физико-механических свойств поверхности – гальваническая (электрохимическая) модификация осаждением инородной металлической плёнки с необходимыми для эксплуатации параметрами. Наиболее важными из них для технологической оснастки и контактных пар являются износостойкость, коррозионная стойкость, равномерность покрытия по толщине, а также обеспечение необходимых электрических свойств – низкого стабильного переходного сопротивления при малом контактном давлении.

Одним из основных способов улучшения гальванических покрытий, а фактически – создания нового вида покрытий, является гальванизация с добавлением частиц другой фазы. Известно, что введение твёрдых дисперсных частиц (оксидов, нитридов, боридов, карбидов, классических алмазов) в электрохимические покрытия повышает их микротвёрдость и износостойкость.

Возможность соосаждения наноалмазов с различными металлами была обнаружена ещё в начале 80-х годов XX века: за счёт внедрения этих частиц



Микрофотография наноалмазов с размером частиц 4–10 нм

в кристаллическую решётку металлов получают композиционные электрохимические покрытия с уникальными свойствами.

В 90-х годах XX века в России был освоен новый способ получения искусственных алмазов методом детонационного (взрывного) синтеза ультрадисперсных (кластерных) алмазов. Под наноалмазами детонационного синтеза понимают как собственно продукт детонации углеродосодержащих взрывчатых веществ – алмазосодержащую шихту, так и получаемые из неё после химической обработки очищенные алмазы.

Наноалмазы (или ультрадисперсные алмазы, УДА) получили своё название по размеру частиц, составляющих в среднем 4–6 нм – их можно различить только в мощном электронном микроскопе (см. рисунок). Наноалмазы имеют аномально высокие адсорбционные характеристики (от 1 до 10 мкг-экв/м²) и очень большую удельную поверхность (450–600 м²/г). Получаемые в крайне нестационарном режиме во фронте детонационной волны и за очень короткое время (менее 1 мкс), нанокристаллы алмазов обладают большим количеством поверхностных дефектов. Из-за этого приповерхностные атомы углерода в наночастицах не успевают стабилизировать свою электронную оболочку стандартным образом – замыканием своих неспаренных электронов на соответствующие связи с внутренними атомами углерода кристаллической решётки, что придаёт им ряд уникальных свойств.

Наноалмазы отличаются уникальным сочетанием свойств, присущих, собственно, алмазу: высокая твёрдость и износостойкость с чрезвычайно высокой поверхностной активностью и структурообразующими качествами, характерными для ультрадисперсной среды. Отличитель-

ной чертой наноалмазов детонационного синтеза является их способность содержать на поверхности различные функциональные группы, состав которых можно регулировать путём соответствующей химической обработки, обеспечивая при этом получение необходимых свойств.

Несмотря на широкий круг научных исследований в области наноалмазов, точная структура их кристаллов и свойства поверхности до конца не изучены. Материалы разных производителей наноалмазов различаются в зависимости от применяемых ими систем синтеза и методов химической очистки, что обуславливает актуальность изучения свойств наноалмазов для расширения областей их эффективного практического использования.

С 2004 года началось активное внедрение технологии получения наноуглеродных гальванических покрытий в промышленности. В настоящее время нанесению таких покрытий уделяется повышенное внимание, так как они обладают улучшенными физико-химическими и механическими свойствами по сравнению с традиционными покрытиями: износостойкостью, микротвёрдостью, плотностью, коррозионной стойкостью, более низким коэффициентом трения. При этом они сохраняют электрические параметры основного металла покрытия.

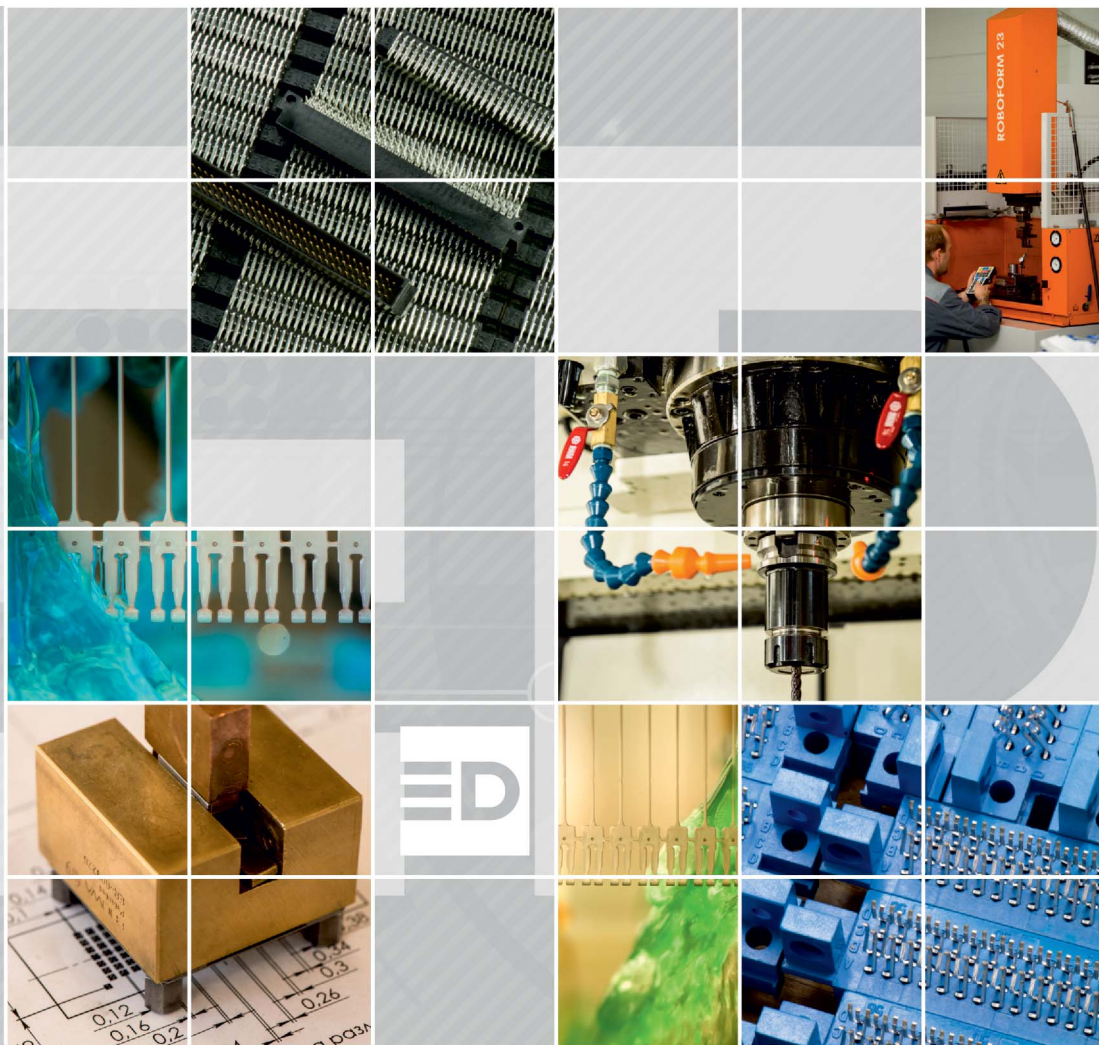
Наноалмазы относятся к классу углеродных наноматериалов, которые сейчас особенно популярны во всём мире. И одним из примеров реализации углеродных нанотехнологий на практике является разработка детонационного синтеза наноразмерных алмазов и их применение для получения покрытий различного функционального назначения с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Так, наноалмазы являются перспективными компонентами для гальванических покрытий нового поколения. В настоящее время разработаны технологии промышленного производства хромовых, никелевых, серебряных и золотых гальванических покрытий с наноалмазами, созданы технологии получения модифицированных



АО «Карачевский завод «Электродеталь» -

производит полные и функциональные аналоги импортных соединителей, в том числе украинских производителей, с качеством приемки "ОТК" и "ВП": низкочастотные, радиочастотные, комбинированные, СВЧ, межплатные компрессионные с витым контактом, модульные высокоскоростные.



ВОЗМОЖНОСТЬ ОКАЗАНИЯ ПОЛНОГО КОМПЛЕКСА УСЛУГ ОТ РАЗРАБОТКИ ДО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ:

- ≡ ЛИТЬЯ ИНЖЕНЕРНЫХ И СУПЕРПЛАСТИКОВ
- ≡ ПРЕЦИЗИОННОЙ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ
- ≡ ПОКРЫТИЯ ВСЕХ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗАЩИТНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

242500, Россия,
Брянская область,
г. Карачев, ул. Горького, 1

☎ 8 (48335) **2-61-75**

e-mail inbox@elektrodetal.com
www.elektrodetal.com

полимерных композитов и нанесения полимерных покрытий, выпускаются присадки к маслам и модифицированные пластичные смазки. Область применения УДА постоянно расширяется.

Существующие технологии нанесения покрытий на поверхности деталей характеризуются большим разнообразием применяемых материалов, отличающихся как по своим структурным и химическим свойствам, так и по способам нанесения. Варьируя химический состав и структуру покрытия, можно получить поверхности с необходимыми физико-механическими свойствами: заданной коррозионной стойкостью, электропроводностью, коэффициентом трения, микротвёрдостью, интенсивностью изнашивания и тому подобными.

Появление новой разновидности алмазного материала – УДА детонационного синтеза – позволяет значительно расширить диапазон применяемых частиц дисперсной фазы (оксидов, карбидов, сульфидов и так далее) для формирования композиционных электрохимических покрытий. Использование УДА в качестве дисперсной фазы, вводимой в различные электролиты, расширяет область разработки и совершенствования технологии нанесения нанокремниевых покрытий путём осаждения широкого спектра металлов: хрома, никеля, меди, серебра, золота и других.

Наиболее востребованным в промышленности в последние десятилетия является хромовое металл-алмазное покрытие (ХМАП). По сравнению с классическим твёрдым хромированием, ХМАП имеет более высокие технические характеристики: износостойкость увеличивается в 1,8–2,4 раза, коэффициент трения снижается на 40–55%. А благодаря менее пористой структуре и высокой адгезии к основному металлу, нанокремниевое хромирование имеет более высокую коррозионную стойкость.

Получение композиционных покрытий методом гальванического соосаждения мелкодисперсных частиц с металлом (хромом и другими) известно давно. Однако, поскольку электролиты хромирования являются мощными окислителями, выбор материала для соосаждения с хромом достаточно узок. УДА является наиболее перспективным материалом, благодаря таким свойствам алмаза, как сверхтвёрдость, низкий коэффициент трения, высокая теплопроводность и химическая инертность. Эти свойства алмаза очень важны, но всё ещё недостаточны для выбора его в качестве модификатора покрытий.

Две основные характеристики нанокремниевых детонационного синтеза – малый размер частиц (то есть их большая удельная поверхность) и очень высокая поверхностная активность функциональных групп – определяют способность нанокремниевых модифицировать различные материалы, в которых они распределены, изменяя физико-химические и механические свойства этих материалов. Получение алмазно-кластерного покрытия основано на способности УДА соосаждаться с металлами при их электрохимическом и химическом восстановлении из растворов солей. Это приводит к образованию двухфазного композиционного электрохимического покрытия, состоящего из металлической матрицы и внедрённых в неё дисперсных частиц нанокремниевых, которое характеризуется повышенной твёрдостью и обладает высокоизносными и триботехническими характеристиками. Именно это и положено в основу технологии получения композиционных нанокремниевых хромовых покрытий.

Кластерные материалы (нанокремниевые) существенно меняют процесс осаждения металлов, что, в свою очередь, меняет структуру износостойкого покрытия на мелкозернистую с высокой адгезией. Вследствие это-

го качественно улучшается укрывистость и достигается полное копирование микрорельефа покрываемой поверхности, что значительно увеличивает предельные напряжения сдвигового и нормального отрыва гальванического покрытия от основы.

На сегодняшний день актуальной задачей во всём мире является создание инновационных упрочняющих покрытий, которые смогли бы объединить в себе такие качества, как высокая стойкость к износу и коррозионная стойкость (особенно в условиях абразивного износа и в узлах трения), а также низкий коэффициент трения, высокую технологичность и низкую стоимость. Одним из вариантов решения этой задачи можно предложить использование композиционных гальванических покрытий с применением нанокремниевых детонационного синтеза. Сегодня никакой другой материал лучше, чем нанокремниевые, не позволяет увеличить микротвёрдость поверхностного слоя металла, его износостойкость, коррозионную стойкость, равномерность покрытия сложнопрофильной поверхности и одновременно улучшить её антифрикционные свойства в различных условиях трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9.301-86. Покрытия металлические и неметаллические органические. Общие требования.
2. *Верецагин А.Л.* Свойства детонационных нанокремниевых. Издательство АлГТУ. Барнаул. 2005.
3. *Долматов В.Ю.* Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение. СПб ГТУ. СПб. 2003. С. 344.
4. *Исаков В.П., Лямкин А.И., Никитин Д.Н.* Структура и свойства композиционных электрохимических покрытий хрома с нанокремниевыми. Физикохимия поверхности и защита материалов. 2010. Т. 46. № 5. С. 506–509.



Новости мира News of the World Новости мира

Microchip подписала контракт на покупку Atmel

Microchip Technology Inc., производитель микроконтроллеров, аналоговых устройств и памяти (Чандлер, штат Аризона.), согласовала покупку Atmel Corp. (Сан-Хосе, штат Калифорния.). Сумма покупки оценивается в \$3,56 млрд. Компания Dialog Semiconductor,

с которой Atmel ранее договаривалась о покупке, получила \$137,3 млн отступных.

Atmel разорвала предыдущее соглашение с компанией Dialog Semiconductor PLC (Лондон, Англия) и выплатила \$137,3 млн отступных. Сделка была согласована советами директоров обеих компаний. Ожидается, что сделка будет окончательно закры-

та во II квартале 2016 г., при одобрении акционерами компании Atmel, регулирующими органами и при соблюдении остальных стандартных условий закрытия.

Microchip собирается осуществить покупку за счёт комбинации из средств на собственном балансе и займов.

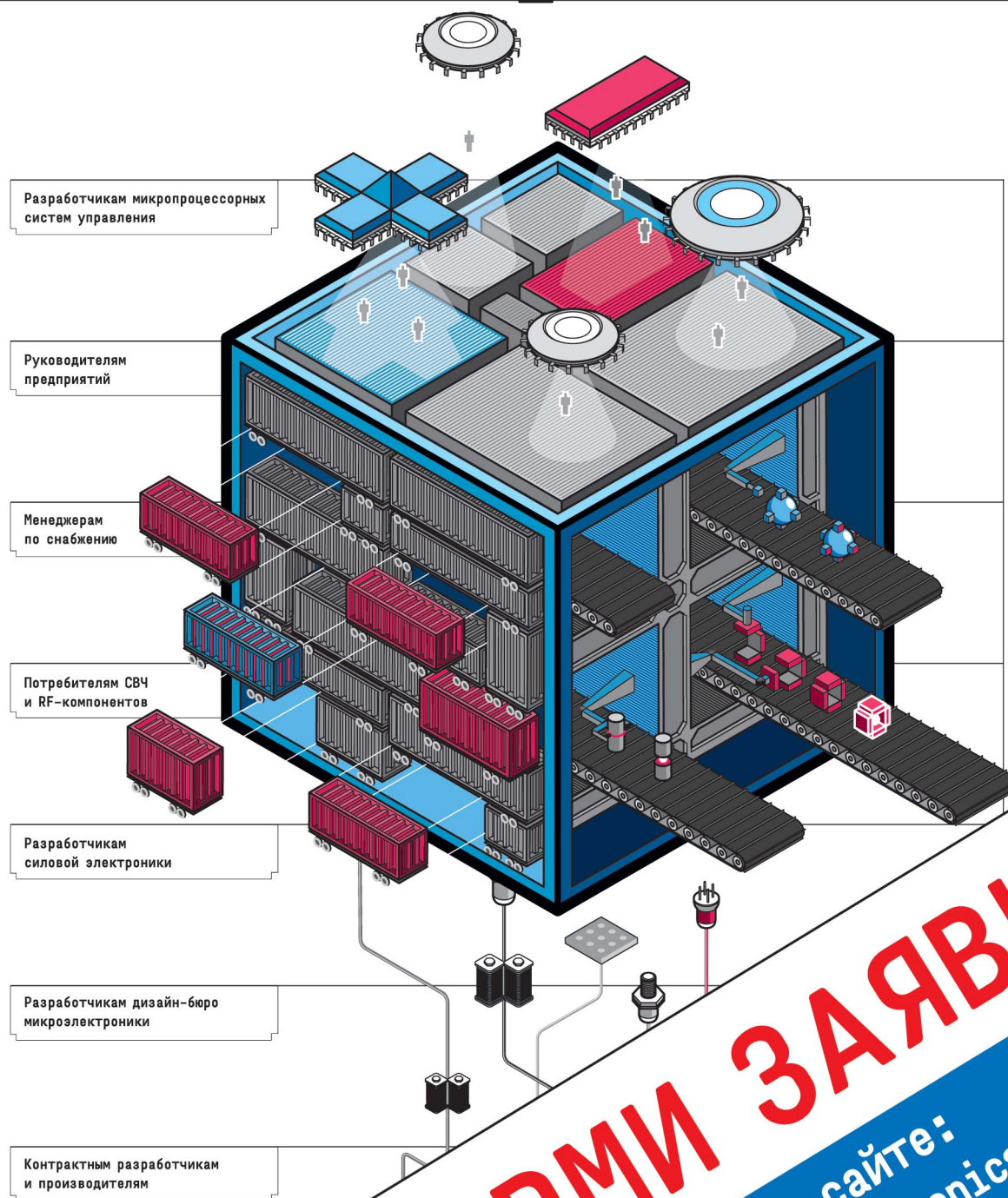
www.edn-europe.com

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

13-15 АПРЕЛЯ 2016

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



ОФОРМИ ЗАЯВКУ
На сайте:
www.new-electronics.info