

# НАНОСКОП

## Свобода от розетки

Для того чтобы значительно улучшить свойства каких-либо устройств, порой достаточно рабочее вещество перевести из уровня "макро" или "микро" в более глубокий - "нано". Такой переход качественно меняет свойства материала, создает новые перспективы для развития целого направления в науке. Младший научный сотрудник Института высокотемпературной электрохимии (ИВТЭ) УрО РАН Андрей ИСАКОВ занимается как раз такими исследованиями. Его работа "Электрохимический способ получения нановолокон кремния" удостоена медали РАН с премией. Наш корреспондент углубился в перспективные переходы.

- Всем известно, что фундаментальные и прикладные исследования в области наноразмерных систем имеют большое значение для развития высокотехнологичных отраслей промышленности, - вводит в тему Андрей Владимирович. - По некоторым свойствам наноматериалы существенно превосходят макро- и микроматериалы на основе одного и того же вещества. Один из примеров - нановолокна кремния: при использовании в качестве электродного материала в литий-ионных источниках тока они менее подвержены разрушению, чем микрослои. Такие волокна представляют собой поликристаллическую нитевидную структуру. Длина может достигать нескольких микрометров, диаметр - 70-300 нм. Каждая нить состоит из кристаллитов кремния, размер которых не превышает 50 нм.

В современной электронике одно из важнейших качеств устройства - время его автономной работы. Сегодня в литий-ионных химических источниках тока широко используются материалы на основе графита. Замена его на нановолокна кремния позволит значительно увеличить емкость батареи.

Попытки подобной замены (правда, с другими кремнесодержащими веществами) в элементах питания предпринимались давно, однако длительной эксплуатации они не выдерживали из-за разрушения соединения. Использование нановолокон стало успешным и открыло новые возможности повышения эффективности литий-ионных химических источников тока.

**- Расскажите о своих успехах в области "нано". Насколько они сопоставимы с зарубежными результатами?**

- Самый распространенный способ получения нановолокон кремния основан на осаждении из паровой фазы. Это достаточно энергоемкий процесс, требующий исполь-

зования дорогостоящих расходных материалов. Сегодня специалисты ищут менее затратные технологии, которые позволят кому же повысить эффективность процессов или устройств с использованием нановолокон.

Перспективный способ - электрохимическое осаждение из расплавов солей. По сравнению с газофазным синтезом оно обладает рядом преимуществ, прежде всего возможностью использования более простой аппаратурной схемы, не требующей

- На мой взгляд, научные теории, основанные на эксперименте, служат опорой для дальнейших исследований и практических успехов в инженерии. Общепринятые стандарты проведения экспериментов с переходом от микро- к нанообъектам не меняются. Однако часто возникают сложности, связанные с химической активностью наноматериалов. В нашем случае это "повышенное стремление" нановолокон кремния образовывать оксидные соединения с кислородом



применения газов и высоких давлений. Фундаментальные исследования в области электрокристаллизации кремния из расплавов солей, которые мы проводили в ИВТЭ УрО РАН, позволили достичь важных результатов: установлены критерии образования кремниевых нановолокон, разработан и запатентован способ производства кремния нано- и микроволокнистой структуры.

В научных изданиях появляются публикации южнокорейских ученых, в которых они сообщают о разработке метода синтеза кремниевых наноматериалов с помощью электролиза расплавов. Мы эту задачу в определенной степени решили, и наш институт уже использует такие материалы в электрохимических исследованиях.

**- Наверное, есть какие-то особенности в работе над созданием подобных материалов?**

воздуха, то есть работа с такими объектами требует особого внимания к методике и технике проведения эксперимента.

Наш исследовательский процесс начинается с изучения данных из научной литературы. Затем ставятся цели и задачи. К всевозможным монографиям, статьям мы обращаемся и при переходе от одного исследования к другому. В этом отношении у нас все благополучно: мы имеем доступ к самым передовым работам, что обеспечивает нам Центральная научная библиотека УрО РАН. Мы не только просматриваем интересующие нас материалы, но и оцениваем мировые тенденции в нашей области науки. После этого выбираем методы исследований и составляем план экспериментальной работы (который обсуждаем совместно с сотрудниками нашей рабочей группы и лаборатории). Благодаря

ря современному оборудованию института мы можем сопровождать эксперименты различными анализами, что значительно облегчает интерпретацию полученных данных. Промежуточные и окончательные результаты выносятся на обсуждение в еженедельных семинарах лаборатории и на научных собраниях института. Перенимается опыт уральской школы электрохимии, который накапливался десятилетиями. После всеобщего одобрения мы получаем рекомендацию к публикации.

**- Насколько понимаю, есть чем гордиться?**

- Да, в последние несколько лет мы достигли неплохих результатов. Имеем два российских патента на способ получения нановолокон кремния. Наши разработки позволяют производить их в любом количестве. Этому успеху предшествовали долгие и кропотливые исследования процесса электроосаждения кремния из галогенидных и оксидно-галогенидных расплавов. Мы изучали влияние различных факторов, анализировали физико-химические свойства расплавов. Провели работу по исследованию структуры полученных осадков. Это позволило существенно расширить представления об электрокристаллизации кремния из расплавов солей. Медаль РАН с премией для молодых ученых была присуждена именно за эту работу. Практическое применение она находит в поисках методов создания литий-ионного химического источника тока повышенной емкости. Лабораторные испытания уже показали, что такие источники с нановолокнами кремния превосходят по емкости аналогичные с графитовым электродом.

Нановолокна кремния - не единственный практический результат, который удалось вынести из проведенных исследований. В достаточно просто устроенной электрохимической ячейке можно нанести сплошные слои кремния различной толщины, даже на подложки со сложным профилем. Процесс протекает без использования инертной атмосферы, что очень важно для промышленного производства. На мой взгляд, это яркий пример того, насколько многогранным может быть практический результат фундаментальных работ.

Я собираюсь продолжить исследования по использованию кремниевых наноматериалов в литий-ионных химических источниках тока. Основное внимание будет уделено изучению механизмов кристаллизации кремния из галогенидных расплавов.

Также в моих планах работа по оптимизации структуры электродного наноматериала. Установленные нами закономерности электрокристаллизации уже позволяют регулировать размер кристалла кремния, диаметр нити. Со временем надеемся получить и другие важные результаты.

Фирюза ЯНЧИЛИНА  
Фото предоставлено А.Исаковым

### География опыта

#### Москва

Композитные изделия для вагонов нового поколения, в частности прототип крышки загрузочных люков из полимерных композитов, представил на IV Международном железнодорожном салоне техники и технологий "ЭКСПО 1520" Нанотехнологический центр композитов (НЦК).

Крышка специально разработана для вагонов-хопперов производства Тихвинского вагоностроительного завода. Изделие будет выпускаться по новой для России технологии. Запуск в серийное производство крышек люков запланирован на конец 2014 года.

По словам директора по проектам НЦК Алексея Раннева, предпосылкой к разработке послужило желание партнеров центра из "Объединенной Вагонной Компании" усовершенствовать конструкцию крышки загрузочного люка таким образом, чтобы устранить ее замену во время эксплуатации по причине коррозии, одновременно сократить трудозатраты при погрузочно-разгрузочных работах.

Сочетание преимуществ композиционных материа-



лов и технологии изготовления деталей из них, а также конструктивных особенностей изделия позволит снизить массу крышки в два раза, обеспечив устойчивость к воздействию агрессивных сред и совместимость со всеми типами грузов.

Фото с сайта <http://www.nccrussia.com>

### ФГБУ ТИСНУМ ОБЪЯВЛЯЕТ КОНКУРС НА ЛУЧШИЙ ВОПРОС В ОБЛАСТИ ТВЕРДОМЕТРИИ

В течение осени присылайте ваши вопросы, и сотрудники ФГБУ ТИСНУМ с удовольствием на них ответят.

**Для участия в конкурсе нужно всего лишь зарегистрироваться и написать свой вопрос на одну из трех тем:**

- Измерение интересных (или необычных нетривиальных) образцов
- Методики измерений
- Работа с прибором "НаноСкан"

Авторы особенно интересных вопросов будут награждены дипломами и специальными призами от организаторов. В частности, победители смогут провести измерение своих образцов на оборудовании производителя; принять участие в мастер-классе; пройти стажировку и практику на предприятии с последующей выдачей сертификата.

Коллектив ФГБУ ТИСНУМ желает удачи всем участникам конкурса и ждет интересных и сложных вопросов!

Подробнее о конкурсе - на сайте [www.nanoscan.info](http://www.nanoscan.info)