

ВТОРОЕ ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ УЧЕНЫХ, ИНЖЕНЕРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В середине мая 2008 года в Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН прошло Второе Всероссийское совещание ученых, инженеров и производителей, посвященное применению нанотехнологий в промышленности России.

В обращении Председателя Совета Федерации ФС РФ С.Миронова к участникам совещания особое внимание было уделено ключевой роли nanoиндустрии в развитии российской экономики по инновационному пути. Подчеркнута необходимость создания промышленностью и предприятиями малого и среднего бизнеса при активной государственной поддержке фундаментальной и прикладной науки конкурентоспособной высокотехнологичной нанопродукции.

Созданию региональных центров по исследованию наноматериалов был посвящен доклад **Председателя Комитета по образованию и науке СФ ФС РФ Х.Чеченова**. По его мнению, быстрому росту производства нанопродукции и интенсивной международной кооперации препятствуют отсутствие необходимой координации между министерствами и ведомствами и неопределенность основных nanoиндустриальных приоритетов.

По аналогии с существующими за рубежом в сфере нанотехнологий Центрами коллективного пользования, одним из стратегических направлений развития российской промышленности должны стать региональные центры, объединяющие представителей академической и вузовской науки и промышленности и обладающие развитой системой подготовки и переподготовки кадров.

Директор Института химии силикатов (ИХС) им. И.В.Гребенщикова РАН акад. РАН В.Шевченко в своем выступлении остановился на основных проблемах российской nanoиндустрии. Хотя ряд положений "Программы развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года" соответствует Национальной нанотехнологической инициативе США, одно из принципиальных различий этих документов – недостаточное внимание в Программе РФ к фундаментальным наукам, в частности, физике, химии и биологии. В

американской же стратегии ведущее место отводится именно долгосрочным исследованиям, способствующим "...фундаментальному пониманию и открытию явлений, процессов и способов, необходимых для контроля и манипуляции с материей на наноуровне".



О разработке научных основ технологии получения ультрадисперсных и наноразмерных порошков карбида вольфрама (CW) на базе процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) сообщил **руководитель Научного совета РАН по горению и взрыву академик РАН А.Мержанов** (Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Академии наук (ИСМАНТ)). Совместно с академиком РАН И.Моисеевым на основе пористых СВС-материалов созданы каталитические мембраны с наноразмерными порами. Основы создания носителя мембранно-каталитического модуля реализованы в капиллярно-пористых высокотемпературных СВС-носителях катализаторов на основе интерметаллидов, кремния и карбидов титана, что позволило приступить к изготовлению каталитического нанореактора.

Уроки нанобума за рубежом обобщили в своем выступлении **академик РАН Ю.Третьяков** и **член-корреспондент РАН Е.Гудилин** (факультет наук о материалах МГУ им. М.В.Ломоносова). Было отмечено, что по выдвинутой



Президентом США в январе 2000 года "Национальной нанотехнологической инициативе" выделено более 6 млрд. долл., причем большая часть средств пошла на финансирование фундаментальных исследований. Год 2004 стал рекордным для мировой наноиндустрии: число реализующих такие проекты предприятий превысило 1500, из них в США находится более 50%. В мировом нанобизнесе участвуют свыше 40% мелких, и столько же малых предприятий и университетских фирм. Только 10% разработок и исследований приходится на долю крупного капитала.

Вслед за США лидерами наногонки стали КНР, Европейское сообщество, Южная Корея и Япония. Согласно экспертным оценкам, доля Азии на мировом рынке нанопатентов – 13%, Европы (15 государств + страны ЕТFA – Европейской

ассоциации свободной торговли) – 39%, США и Канады – 45%. Лишь 3% приходится на остальные страны. Отсутствие отечественных нанопатентов при правовой охране на территории РФ 20% из 10 тысяч зарегистрированных в мире патентов в этой сфере является тревожным сигналом о возможном закрытии российского нанорынка для отечественных производителей продукции.

Благодаря "преимуществу отстающего", Россия может избежать тупиковых нанотехнологических направлений и, выбрав наиболее перспективные критические технологии, оптимально использовать научный потенциал академической и университетской науки для создания прорывных разработок.

Пример использования наноматериалов в современном энергетическом оборудовании (турбогенератор 6 МВт с частотой вращения 12 тыс. об/мин) был представлен в докладе **Председателя Научного совета по комплексной проблеме "Электрофизика, электроэнергетика и электротехника" академика РАН Я.Данилевича и заместителя директора ИХС члена-корреспондента РАН В.Жабрева**. Использование ротора с введенными в структуру материала фуллеренами повышает КПД и коэффициент готовности энергооборудования. Развитием исследований явля-



ется введение в структуру ротора наночастиц соединений титана, в том числе в комбинации с кремнием. Оптимальное сочетание удельного электрического сопротивления и магнитной проницаемости бандажного кольца ротора достигается добавлением в структуру материала наночастиц серебра (алюминия) и кобальта (марганца) соответственно. Снижение механических потерь, зависящих, в частности, от длины и диаметра, обеспечивается за счет применения антифрикционных покрытий, в том числе на основе наночастиц.

Тема выступления **директора Института физической химии и электрохимии (ИФХЭ) им. А.Н.Фрумкина РАН академика А.Цивадзе** – материалы для электрохимической энергетики и молекулярной электроники. В настоящее время доля платинового катализатора в стоимости топливного элемента (ТЭ) составляет 30%, поэтому повышенный интерес отечественных и зарубежных инвесторов вызывает разработку по созданию и оптимизации ТЭ с новыми наноразмерными катализаторами на основе супрамолекулярных металлокомплексных соединений более дешевых металлов.



В докладе **академика РАН Ю.Цветкова (Институт металлургии и материаловедения (ИМЕТ) им. А.А.Байкова РАН)** были представлены основные преимущества плазменных технологий для производства нанопорошков. К числу таких преимуществ относится большой диапазон производительности (от 100 г/ч до десятков кг/ч), обширный ассортимент нанопорошковой продукции (оксиды, нитриды, металлы, карбонитриды, карбиды), ориентация на традиционные сырьевые ресурсы и кратковременность плазменных процессов (менее 10 мс). Получаемые нанопорошки перспективны в качестве компонентов модификаторов литых сплавов, материалов для нанесения наноструктурных покрытий, наноструктурных твердых сплавов на основе карбида вольфрама с размером зерна менее 0,1 мкм, компонентов композиционных материалов и наноструктурных мишеней для нанесения покрытий.

В совместном докладе **академика РАН Н.Бакеева и членов-корреспондентов А.Музафарова и А.Озерина (Институт синтетических полимерных материалов (ИСПМ) им. Н.С.Еникополова РАН)** была затронута проблема разработки молекулярных нанообъектов и перспективных наполнителей для полимерных нанокомпозитов. В Институте создаются полимерные наноматериалы, в частности, на основе молекулярных нанообъектов методами совместного



осаждения полимерной матрицы наночастиц металлов и полупроводников синтезируются из газовой фазы гибридные функциональные композиты, разрабатываются научные основы получения радиационно-химическим восстановлением полимерных нанокомпозитов пленочных и волоконных полимерных нанопористых материалов с узким распределением частиц металла по размерам (2–5 нм), технологии производства нанокпозиционных материалов на базе полимерных матриц различного химического строения и наномалмазов детонационного синтеза. Основным отличием подхода научной школы ИСПМ РАН к созданию полимерных композитов является применение набора молекулярных частиц типа "ядро-оболочка" с разными типами поверхностного слоя молекулярной структуры и размерами 2–20 нм в сочетании с близкими по своей природе к внешнему слою наночастиц полимерными матрицами.

Академиком РАН Н.Кузнецовым, д.х.н. профессорами В.Севостьяновым и Р.Павелко продемонстрированы новые подходы к разработке наноматериалов для термокаталитических и полупроводниковых газовых сенсоров широкого спектра применения. Их использование наиболее перспективно для решения проблем бытовой и промышленной безопасности и экомониторинга. Снижение нижнего порога детектирования до 10^{-6} – 10^{-7} об.% (1–0,1 ppm) и повышение в десятки раз чувствительности приборов достигается благодаря применению в хемосенсорике наноматериалов с высокой термической стабильностью (до 10 тыс. ч), содержанием микропримесей на уровне 10^{-4} % мас. и с частицами размером в несколько нанометров. Синтезированы и апробированы наноматериалы на основе $\text{La}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$, $\text{Nd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$, $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$, $\text{Nf}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$, SnO_2 , HfO_2 и ZrO_2 . Низкое энергопотребление платиновых микропиралей и микромашиных мембран обеспечивается нанесением наноматериалов на разные типы микронагревателей. На основе высокочувствительных наноматериалов с повышенной стабильностью и микронагревателей с низкой потребляемой мощностью в ИОНХ им. Н.С.Курнакова РАН создается новое поколение приборов промышленного и бытового применения, конкурентоспособных на рынке, в частности, (ZrO_2 -Pd/Pt) термокаталитические датчики для газоанализаторов пропан-бутана и метана. Разрабатываются химически модифицированные молекулярные сита для предварительного концентрирования и разделения серо- и азотсодержащих загрязнителей воздуха с выявлением закономерностей их удерживания в режиме импульсного нагревания.

Создано новое поколение хемосенсорных наноматериалов, пригодных для серийного выпуска термокаталитических и полупроводниковых газовых сенсоров с долговременной стабильностью и повышенной чувствительностью.

Заместитель директора Института проблем химической физики РАН (г. Черноголовка Московской области) член-корреспондент РАН В.Разумов представил доклад о гибридных и органических материалах для нанофотоники, современных тенденциях и перспективах органической наноэлектроники. Эффективные и дешевые технологии нанесения из раствора или испарением в вакууме органических полупроводников позволяют создавать на основе органических транзисторов на гибких платформах интегральные схемы для контроля за потоком продуктов в супермаркетах, "умной упаковки" товаров в магазинах, бесконтактной идентификации личности в радиочастотном диапазоне (RFID tags).

Принцип работы исследуемых в Институте органических светоизлучающих диодов основан на преобразовании электрической энергии в световую: инжектировании, транспортировке и рекомбинации зарядов с образованием экситона и излучением света. По сравнению с жидкокристаллическими дисплеями, применяемые в бытовой технике OLED имеют улучшенное быстродействие, широкий угол обзора (170 град.), полноцветность (24 бит), менее сложную архи-

тектуру с возможностью получения более тонких устройств, меньшее энергопотребление, высокий контраст (3000:1) и недорого стоят. Разрабатываются также новые модели органических лазеров с оптической накачкой, универсальных интегральных оптохемосенсоров и органических солнечных батарей, опытные образцы которых установлены на здании Президиума РАН. Несмотря на малую подвижность носителей зарядов, низкую стабильность во внешней среде, невысокую эффективность и необходимость инкапсуляции, органическая электроника обладает широким спектром контролируемых свойств, позволяет создавать с применением печатных технологий при низкой удельной стоимости и малом весе конечной продукции пластичные и гибкие экраны большой площади.

Тема доклада **В.Столярова (Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН)** – наноструктурирование сплавов с памятью формы методами электропластической деформации (ЭПД). Два подхода – консолидация атомов или кластеров ("снизу-вверх") или измельчение микроструктуры при сдвиге ("сверху-вниз") предполагают применение принципиально различных технологий. В первом случае используется атомная сборка, компактирование нанопорошков или конденсация из газовой или жидкой фазы, во втором – взрывное нагружение или интенсивная пластическая дефор-



мация (ИПД). Поскольку стандартные методы ИПД имеют ограничения на получение наноструктур, в качестве альтернативного решения может рассматриваться ЭПД.

О новых терапевтических и диагностических препаратах – нанофотосенсибилизаторах – сообщил **д.ф.-м.н. профессор В.Лощенов (Лаборатория лазерной биоспектроскопии ЦЕНИ ОИН РАН им. А.М.Прохорова)**. Потребность в молекулярных фотосенсибилизаторах (МФ) весьма значительна в офтальмологии, онкологии, дерматологии и кардиологии и основывается на характере действия МФ. К недостаткам МФ следует отнести высокие (хотя и ниже зарубежных аналогов) цены на оборудование и препараты, значительный болевой синдром при облучении, невысокую разницу накопления между нормой и опухолью при введении малых нетоксичных доз. Существует также ненулевая вероятность метастазирования или роста опухоли по причине "недооблучения" периферических участков точечными или цилиндрическими источниками изнутри или с поверхности и возможность образования келоидных рубцов или фотодерматитов вследствие долгого удержания под кожей и других частях организма МФ.

Для устранения этих недостатков разработаны нанофотосенсибилизаторы (НФ), позволяющие прецизионно программировать воздействие на опухоли (с глубины на поверхность или от периферии к центру), манипулировать свойствами НФ

на всех этапах воздействия (от введения в организм до выведения), шире использовать другие методы физического воздействия для терапии и диагностики – УЗ, электрическое и магнитное. В фотодинамической терапии (ФДТ) и флуоресцентной диагностике (ФД) перспективны наночастицы нефлуоресцирующих порфиринов и фталоцианинов (Pt, Cu, Rd, Co), наночастицы солей редкоземельных элементов, полученные методом лазерного пиролиза наночастицы кремния, фуллерены, квантовые точки, гибридные системы (капсулированные в SiO₂ фотосенсибилизаторы, покрытые полимерами и капсулированные в кремний или углерод металлы, металлы с многослойными покрытиями), липосомы с фотосенсибилизаторами, наночастицы флуоресцирующих порфиринов и фталоцианинов (Zn, Al), мезопористый кремний, заключенные в редкоземельные элементы фуллерены, одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, Au/SiO₂ нанооболочки и полимерные частицы с фотосенсибилизаторами. Лазерная фотодеструкция раковых опухолей с применением углеродсодержащих нанокомпозитов заключается в аккумуляции наночастиц Fe@C и воздействии импульсным лазерным излучением на наночастицы в опухоли через кожу. Наночастицы фталоцианина алюминия применяются также для диагностики микроповреждений эмали зубов.



Фото: Л.Раткин