

ВЫХОД РОССИЙСКИХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА МИРОВОЙ РЫНОК: ОПЫТ УСПЕХА И СОТРУДНИЧЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник материалов

3-й ежегодной научно-практической конференции
Нанотехнологического общества России

5–7 октября 2011 года, Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2011

Выход российских нанотехнологий на мировой рынок: опыт успеха и сотрудничества, проблемы и перспективы : Сборник материалов . — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 156 с.

Сборник содержит материалы докладов участников третьей ежегодной научно-практической конференции Нанотехнологического общества России «Выход российских нанотехнологий на мировой рынок: опыт успеха и сотрудничества, проблемы и перспективы». Конференция проводится на базе Санкт-Петербургского академического университета — научно-образовательного центра нанотехнологий РАН при поддержке Инженерного клуба Санкт-Петербурга, Консорциума «КОДЕКС» (информационная сеть «Техэксперт»), СПбГПУ, РОСНАНО, РСПП, СНИО, ТПП, ЗАО «Научно-технический центр прикладных нанотехнологий».

Цель и задачи конференции. Обсудить и обозначить основные пути кооперации и самоорганизации отечественных правообладателей интеллектуальных прав на нанотехнологии и производителей нанопродукции для обеспечения ее конкурентоспособности и безопасности, формирования ее спроса и потребления. Выработать дополнительные рекомендации для создания благоприятной среды, развивающей технологический бизнес в РФ, и для реализации перехода страны к инновационной экономике. Продемонстрировать успехи в этой сфере на примерах отечественного научного и инженерного сообщества, в том числе из Санкт-Петербурга, а также ряда зарубежных компаний.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Асхадуллин Р. Ш., Мартынов П. Н., Юдинцев П. А., Симаков А. А., Чабань А. Ю., Осипов А. А.</i> Жидкометаллическая технология синтеза наноструктурированных веществ в вопросах повышения функциональных и эксплуатационных характеристик ядерных энергетических установок	9
<i>Белокрылова Е. А.</i> Актуальные проблемы правового регулирования отношений в области экологической безопасности нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации: использование опыта зарубежных стран	10
<i>Бикбов М. М.</i> Опыт коммерциализации интеллектуальной собственности в Уфимском НИИ глазных болезней	20
<i>Борисенко Н. И., Борисенко О. Н., Савелло А. А., Чичиро Е. А.</i> Избыточная поверхностная энергия наночастиц вызывает измельчение зерна твердых сплавов	22
<i>Борисенко Н. И., Петросян Г. Р.</i> Тэны большой мощности для исследования ядерных реакторов	24
<i>Борисенко Н. И., Лисин П. А.</i> Определение концентрации наночастиц при создании твердых сплавов	25
<i>Борисенко Н. И., Гизатуллин Р. М.</i> Самоорганизация и самосборка в композиционных материалах «живое—неживое»	27
<i>Бородин М. Н., Патрикеев Л. Н.</i> Нанопросвещение и нанобразование как важнейший фактор рынка нанотехнологий	31
<i>Волков В. А., Омелянчук С. А., Щукина Е. Л.</i> Формирование слоя наночастиц магнитных жидкостей на поверхности полимерных волокон и защитные свойства тканей	32

<i>Волков В. А., Амарули А., Агеев А.А.</i> Нанотехнология формирования модифицирующих слоев на волокнах для маслооталкивающей отделки тканей	32
<i>Вохидов А. С.</i> Успешный опыт работы организаций и компаний на рынке услуг в сфере наноиндустрии. ООО «АВТОСТАНКОПРОМ»	34
<i>Ганжигаетова А. Н., Рахметова А. А., Богословская О. А., Мбаша М. Д., Ильина А. В., Ольховская И. П., Овсянникова М. Н., Варламов В. П., Глущенко Н. Н.</i> Разработка и создание нового класса ранозаживляющих лекарственных средств на основе современных нанотехнологий	38
<i>Глазко В. И.</i> Методы и перспективы геномной селекции	39
<i>Гордеев Ю. А.</i> Риски и возможности нанотехнологий в сельском хозяйстве	43
<i>Гордеев Ю. А.</i> Биологически активные компоненты ионизированного потока излучений низкотемпературной гелиевой плазмы	46
<i>Грачев Д. Д., Севастьянов Л. А.</i> Спонтанное нарушение симметрии в графене и квантовая генерация спиновых волн	49
<i>Григорьев В.В., Мартынов П.Н., Асхадуллин Р.Ш., Ягодкин И.В., Григорьев Г.В., Низавцев А.А., Ващенко Л.Б.</i> Плазмохимическая технология получения наноструктурных мембран.	50
<i>Гришин А. Г., Ягодкин И. В., Мартынов П. Н., Посажеников А. М.</i> Применение метода электрофизического воздействия на дисперсную среду в устройствах фильтрации газовых сред от аэрозолей различного происхождения	52
<i>Громаковский Д. Г., Макарьянц М. В., Карпунин М. В., Шигин С. В.</i> Особенности молекулярного армирования поверхностей трения агрегатов космической техники	54
<i>Давыдов С. В., Леонов В. С.</i> Высокоскоростная динамическая имплантация поверхности углеродистой стали речным песком	56

<i>Давыдов С. В.</i> Технология наномодифицирования железо-углеродистых сплавов.	59
<i>Деулин Е. А.</i> Трибология как «Клондайк» мирового нанотехнологического рынка	60
<i>Евдокимов Ю. М., Лопатников М. В.</i> Подходы и принципы формирования качества границ раздела (адгезии) в микро- и наносистемах.	64
<i>Ефимов О. Ю., Юрьев А. Б., Громов В. Е., Костерев В. Б., Коновалов С. В.</i> Формирование наноструктурно-фазовых состояний в технологии термомеханического упрочения фасонного проката	66
<i>Иванов А. А.</i> Перспективы Федерального центра в области нанобиотехнологий.	68
<i>Иванов А. В., Соловьева А. Б., Хлебцов Н. Г.</i> Новые лекарственные формы для люминесцентной диагностики и фотодинамической терапии на основе наноразмерных композитов порфириновых фотосенсибилизаторов с амфифильными полимерами и наночастицами	70
<i>Ичкитидзе Л. П., Подгаецкий В. М., Селищев С. В.</i> Электропроводность композиционного наноматериала с углеродными нанотрубками	72
<i>Ичкитидзе Л. П., Миронюк А. Н.</i> Гибридный датчик магнитного поля для регистрации углеродных нанотрубок	73
<i>Козлов В. С., Грушко Ю. С., Колесник С. Г., Кукоренко В. В., Лебедев В. Т., Седов В. П., Шилин В. А.</i> Эндометаллофуллерены гадолиния как основа эффективных контрастирующих систем для ЯМР-томографии	75
<i>Колобов Ю. Р., Иванов М. Б.</i> Разработка технологий получения наноструктурированных титановых сплавов с биоактивными покрытиями для медицинских имплантов. Опыт организации опытно-промышленного производства на базе малого инновационного предприятия при вузе	76
<i>Коноплев Б. Г., Агеев О. А.</i> Комплексный подход к исследованиям и разработкам в области наноматериалов и наносистем в научно-образовательном центре «Нанотехнологии» Южного Федерального университета	79

<i>Кортюв В. С., Анисимова Е. В.</i> Опыт создания и основные результаты региональной программы по развитию нанотехнологий	79
<i>Лабунов В. А.</i> От микро- к нанoeлектронике	81
<i>Латышев М. А.</i> Некоторые аспекты проблем продвижения высоких технологий в промышленности. Роль стандартизации и метрологии.	84
<i>Макин В. С., Макин Р. С.</i> Разрушение диэлектриков и фемтосекундная лазерная наномаркировка изделий	87
<i>Массалимов И. А., Хусаинов А. Н., Мустафин А. Г., Чуйкин А. Е., Янахметов М. Р.</i> Долговременная защита строительных материалов наноразмерными минеральными покрытиями на основе серы	88
<i>Низина Т. А., Пономарев А. Н., Кочетков С.Н., Козеев А.А.</i> Эффективные цементные композиты, модифицированные водорастворимыми аддуктами нанокластеров углерода	90
<i>Петрунин В. Ф.</i> Разработка наноматериалов и нанотехнологий в атомной отрасли.	91
<i>Полищук С. Д.</i> Работа наноцентра для АПК	92
<i>Пономарев А. Н., Моспан Е. А., Иванов К. Н.</i> Технология «Эпоксипан» в процессах усиления конструкций углеродными сетками и лентами.	95
<i>Потапов А. А.</i> О революционном прорыве в области создания автоматических программно-управляемых технологий и производств атомной точности (ТАТ и ПАТ)	97
<i>Пророкова Н. П., Вавилова С. Ю., Бузник В. М.</i> Волокнистые материалы на основе полипропилена, модифицированного нано- и ультрадисперсным политетрафторэтиленом	100
<i>Раков Э. Г.</i> Современное состояние производства и применения углеродных нанотрубок	103
<i>Раткин Л. С.</i> Инжиниринг программных комплексов по производству наноматериалов, применяемых при производстве продукции гражданского назначения	105

<i>Раткин Л. С.</i> Конструирование репозиторных систем по исследованию нанотехнологической продукции с методами оптимизации ответа на запрос и оперативным доступом в распределенной сети промышленных вычислительных кластеров	106
<i>Раткин Л. С.</i> Жизненный цикл наноиндустриальной продукции: системы мониторинга и современные методики подготовки специалистов . . .	107
<i>Рац А. А.</i> Формирование нанотехнологического кластера в Дубне	108
<i>Рождествина В. И., Сорокин А. П., Кузминых В. М., Киселева А. А.</i> Геотехнология единого производственного цикла рационального использования энергетического сырья и обеспечения экологической безопасности	111
<i>Светцов В. И.</i> Предложения по образовательной деятельности НОР	114
<i>Симаненкова Л. М., Соколов В. В., Кильдеева Н. Р., Филатов Ю. Н.</i> Получение нановолокнистых сорбентов на основе биосовместимых аминокислотсодержащих полимеров	117
<i>Сонина А. Н., Леснякова Л. В., Моргунов Г. К., Вихорева Г. А.</i> Нановолокнистые материалы на основе хитозана: свойства и проблемы получения	119
<i>Титова И. И., Титов А. О., Титов О. П., Колобов П. В.</i> Новая технология определения поверхностных свойств веществ и материалов	121
<i>Третьяков Ю. Д., Путляев В. И.</i> Факультет наук о материалах МГУ: инновационная образовательная деятельность сквозь призму научно-исследовательской работы студентов в области наноматериалов	125
<i>Урманов Д. М.</i> Перспективы применения малогабаритных инерционных систем на основе микроэлектромеханических сенсоров (МЭМС) в России.	126
<i>Фастов И. С.</i> Опыт создания малой инновационной высокотехнологичной компании в области нанотехнологий	127

<i>Фастов С. А.</i> Разработка алюмосиликатных наноконтейнеров и их применение в различных областях промышленности	128
<i>Хавкин А. Я.</i> Нефтегазовые нанотехнологии — основа повышения энергоэффективности нефтегазовой отрасли и вклад в переход экономики России к VI технологическому укладу.	129
<i>Хорьков К. С., Герке М. Н., Абрамов Д. В., Прокошев В. Г., Аракелян С. М.</i> Формирование наноструктурированных тонкопленочных покрытий титана под воздействием фемтосекундного лазерного излучения в вакууме	134
<i>Юрженко М. В., Литвиненко Ю. В.</i> Селективные комбинационные и композиционные наноматериалы для технологических систем охраны окружающей среды.	137
<i>Ягудеев Ю. В., Котов А. Е., Копейкин Ю. А.</i> Текущее состояние и проблемы развития нанотехнологий на территории Ставропольского края — региона инновационных и инвестиционных возможностей России	141
<i>Shah M. A., Al-Ghamdhi M. S.</i> Aluminum Oxide Nanostructures prepared in Water and Their Potential Applications	147
РОСНАНО	149
ТЕХЭКСПЕРТ	151
Научно-технический центр прикладных нанотехнологий	153

**ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВ
В ВОПРОСАХ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

*Асхадуллин Р. Ш., Мартынов П. Н., Юдинцев П. А.,
Симаков А. А., Чабань А. Ю., Осипов А. А.*

*Государственный научный центр
Российской Федерации — Физико-энергетический
институт им. А.И. Лейпунского (ГНЦ РФ — ФЭИ)*

Синтез наноструктурных материалов из металлических расплавов Pb, Bi, Pb–Bi и Ga имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами и позволяет в перспективе получить порядка 100 наноструктурированных веществ. Анализ свойств синтезированных материалов убеждает в широких возможностях их эффективного применения в производстве новых видов конструкционной и сенсорной керамик, топливных элементов, полупроводниковых сенсоров, тепловой изоляции, сорбентов и катализаторов.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
И НАНОМАТЕРИАЛОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ:
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН**

Белокрылова Е. А.

*Центр по экологическому праву и политике
Института права ФГБОУ ВПО «УдГУ»*

Международная ассоциация юристов AiSDC (Лозанна, Швейцария)

Центр международных правовых исследований (CILS)

(Зальцбург, Австрия)

Нанотехнологии являются фундаментом научно-технической революции в XXI веке, одними из наиболее перспективных и востребованных направлений науки, технологий и промышленности в инновационных и индустриально развитых странах мира. Разработка конструкционных, композиционных и функциональных наноматериалов основана на применении технологий, результатом которых является появление уникальных нанопродуктов (наночастиц, нанотрубок, нановолокон, нанодисперсий (коллоидов), нанокристаллов, нанокластеров, наноструктурных пленок, покрытий и пр.), обладающих заданным набором преимущественных физических свойств и характеристик¹.

Указанная область отношений характеризуется крайне высокой степенью инновационной динамики, которая выражается соответствующими прогрессивными темпами роста рынка нанопродуктов. Так, согласно данным Исследования Люкса, в 2007 году продукты нанотехнологий были включены в товары промышленного назначения, представляющие рынок больше чем \$50 миллиардов. Предполагается, что 2014 году сегмент нано-рынка достигнет \$2,6 триллионов².

¹ См. подробнее: Федеральный Интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы», <http://www.portalnano.ru/toplevel/?id=2> [дата обращения 26/07/2011].

² Об инновационной динамике роста рынка нанопродуктов см. подробнее: <http://www.luxresearchinc.com/blog/2011/01/nanotechnology-courts-profits-by-cutting-energy-costs> [дата обращения 26/07/2011].

В соответствии с данными показателями, многие страны мира, вовлеченные в наноиндустрию, начали поступательное формирование основ государственной политики, предполагающее создание необходимого правового регулирования указанных отношений.

Следует отметить, что, несмотря на все заявленные преимущества, появление продуктов нанотехнологий стало представлять собой не только позитивный пример динамики развития научно-технического прогресса, но и потенциальную угрозу возможных рисков для окружающей среды и здоровья человека в случае ожидаемого в перспективе широкомасштабного использования нанопродуктов при практически полном отсутствии исследований их экологических свойств. Иными словами, активное использование инновационных технологий в сфере наноиндустрии поставило перед современной наукой решение комплексных задач правового обеспечения их безопасности для человека и окружающей среды.

Последние разработки ученых в различных областях показали, что интенсивное внедрение нанотехнологий в разных отраслях хозяйственной деятельности неизбежно ставит проблему экологического воздействия наноматериалов³. Важнейшим объектом при оценке риска для здоровья граждан, связанного с наноматериалами, является использование нанотехнологий при производстве электронной техники, строительных материалов, пищевых продуктов, парфюмерно-косметической продукции, как при непосредственном их использовании или употреблении, так и при воздействии поступления наночастиц и наноматериалов в окружающую среду в процессе их производства.

³ Возможные биологические эффекты поступления наноматериалов в организм через желудочно-кишечный тракт изучены пока недостаточно, однако имеются данные, свидетельствующие о том, что различные вещества и материалы при переводе их в форму наночастиц могут значительно изменять свои физико-химические свойства, что может отразиться на их физиологических эффектах в процессе всасывания в пищеварительном тракте и усвоении в организме // См. подробнее: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23 июля 2007 г. № 54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы».

С 2004 года по настоящее время рядом стран (США, Великобритания, Китай, Корея, страны Европейского Союза, Швейцария, Австралия, Канада и т. д.) стали создаваться международные консорциумы, в рамках которых начали подготавливаться предложения по организации системы управления нанодетальностью (наноменеджмента), контроля и надзора за нанопродуктами, выпускаемыми в окружающую среду, а также оценке возможной степени риска, причиненного окружающей среде, жизни, здоровью и имуществу нанопродуктами и наноматериалами.

Указанные инициативы вполне оправданы, поскольку на современном этапе нанотехнологии представляют собой наиболее приоритетные и, следовательно, затратные направления науки и техники в сфере ресурс- и энергосбережения, создания экологически адаптированных современных промышленных производств, здравоохранения, производства продуктов питания, качества и уровня жизни населения, поэтому для минимизации риска возможных финансовых потерь при инвестировании в отрасли наноиндустрии необходимо иметь четкое представление о степени возможного негативного ущерба от применения разрабатываемых нанопродуктов для окружающей среды и здоровья человека.

Тем самым, весьма актуальным является тот факт, что вопросы обеспечения безопасности нанопродуктов и наноматериалов уже более семи лет являются предметом широкого обсуждения на международном, европейском и национальных уровнях государств, активно вовлеченных в процесс разработки и применения нанопродуктов в широких отраслях промышленности.

Следует отметить, что отношения в сфере обеспечения безопасности нанопродуктов и наноматериалов весьма широко исследованы на международном и европейском доктринальных уровнях. Так, концептуальным правовым основам нанобезопасности посвящены работы таких известных ученых как Jeffrey H. Matsuura, Sandra Grossalberg, Christopher J. Bosso, Stephanie Lacour, Roger Brownsword, Matthew Hull и Diana Bowman, Ambert M. Surhone, Miriam T. Timpledon и Susan F. Marseken, Vladimir Murashov и John Howard, John C. Miller, Ruben Serrato, Jose Miguel Represas-Cardenas and Griffith Kundahl, Fisher Arnout, Lynn J. Frewer, David Bennett and

Vic Morris, John Monica, а также некоторых не менее известных теоретиков и практиков.

Названными авторами были заложены международные, европейские и национальные теоретические политико-правовые основы государственного управления в области разработки и применения нанотехнологий, контроля и надзора в указанной сфере деятельности, процессов подготовки, принятия и реализации решений, связанных с выпуском нанопродуктов в окружающую среду, наноменеджмента, нанотоксикологии, стандартизации, маркировки, экспертизы, а также иных способов и средств обеспечения нанобезопасности.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что странами международного сообщества уделяется значительное внимание проблемам обеспечения безопасности наноматериалов и созданных на их основе нанопродуктов для экосистем и здоровья человека.

В частности, в феврале 2008 году в Европейском Союзе (далее — ЕС) Европейской Комиссией был опубликован Кодекс действий за ответственные исследования в сфере нанотехнологий (Code of Conduct for responsible research in nanosciences and nanotechnologies)⁴, которым были заложены основы обеспечения экологической безопасности и юридической ответственности в сфере разработки и применения нанотехнологий и наноматериалов для стран ЕС, а именно доступность, устойчивость, предосторожность, инклюзивность, выбор наилучшей существующей технологии и инновационность в сфере nanoиндустрии. Указанный кодекс представляет гибкий законодательный инструмент высокого уровня, применимый как к существующим, так и планируемым продуктам нанотехнологий в странах ЕС⁵.

Инициатива Европейской Комиссии была широко поддержана многими странами Европейского Союза (Францией, Германией,

⁴ См. подробнее: European Commission. Research&Innovation-Science in society <http://ec.europa.eu/research/science-society/index.cfm?fuseaction=public.topic&id=1303> [дата обращения 26/07/2011].

⁵ Van Calster, Geert. Regulating Nanotechnology in the European Union // Nanotechnology Law&Business. №9. 2006. P. 361.

Нидерландами, рядом скандинавских стран и пр.), а также за его пределами (Швейцарией, Великобританией и некоторыми др. странами), тем самым, создав необходимые предпосылки для формирования основ нанобезопасности и необходимого правового регулирования на международном уровне.

Более того, в ЕС имеется достаточно высокая степень правового регулирования управленческих, организационных и исполнительно-распорядительных отношений в сфере подготовки, принятия и реализации решений в области обеспечения безопасности при разработке и применении нанотехнологий, наноматериалов и их продуктов. Речь идет о Стратегическом плане ЕС FramingNano⁶, финансируемом в рамках Седьмой Программы ЕС о науке в обществе (The 7 Framework Program, FP7, SiS-2007-1.2.3.2-СТ, Project N. 217724), где регламентируются основополагающие действия стран ЕС и за его пределами в сфере формирования и реализации государственной политики в сфере разработки и применения нанотехнологий и наноматериалов. Указанная политика является многосторонней и включает в себя множественные аспекты политико-правового, социально-экономического и организационного характера⁷.

В Японии, Китае, Корее и Тайване, странах, наиболее глубоко вовлеченных в процесс разработки и применения нанотехнологий, на разных уровнях организуются и проводятся инициативы по исследованию аспектов безопасности нанотехнологий для окружающей среды и здоровья человека, в частности, указанными государствами разработана системная оценка степени нано-рисков и риск-менеджмента наноматериалов и нанопродуктов⁸.

⁶ Official Portal FramingNano governance platform <http://www.framingnano.eu/> [дата обращения 26/07/2011].

⁷ Проект FramingNano, представляющий собой официальную государственную платформу развития стратегии нанобезопасности для стран ЕС, был одобрен Европейской Комиссией и официально завершился в 30 марта 2010 года, после чего каждая страна-участник была призвана разработать предложения по реализации указанной платформы на национальном уровне.

⁸ Hunt, Geoffrey and Mehta, Michael. Nanotechnology: Risk, Ethics and Law (Science in Society Series). Earthscan Ltd; illustrated edition (1 May 2008). P. 144.

Австралия и Канада также выступают в качестве активных субъектов формирования концепции нанобезопасности деятельности, связанной с разработкой и применением нанотехнологий. Более того, принцип превентивного подхода (предосторожности), заключающийся в разработке способов и средств защиты окружающей среды, жизни, здоровья и имущества человека и гражданина при разработке и применении нанотехнологий, ими законодательно поддерживается⁹.

В Российской Федерации проблема разработки политико-правовых, контрольно-надзорных, социально-экономических и иных важнейших аспектов обеспечения безопасности нанодетальности необычайно актуальна.

Вышесказанное подтверждается значительным правовым вакуумом в исследуемой сфере общественных отношений. Действительно, в период с 2007 года по настоящее время в Российской Федерации не было принято *ни одного федерального закона* (выделено автором), устанавливающего фундаментальные основы государственной экологической политики в сфере нанобезопасности. Более того, в действующем российском законодательстве до сих пор не имеется комплексного федерального закона, закрепляющего правовой статус деятельности в сфере разработки и применения продуктов нанотехнологий и наноматериалов, что, на наш взгляд, является абсолютно неоправданным, поскольку указанные отношения по сравнению с иными наукоемкими отраслями, имеют наибольший сегмент как бюджетного, так и иного смежного финансирования. Следовательно, создается весьма неоднозначная ситуация, при которой в свете отсутствия должного правового регулирования (до сих пор не имеется самостоятельного федерального закона о порядке разработке и применения нанотехнологий и их продуктов, содержащего необходимую терминологическую базу, регламентирующего основные принципы и виды деятельности в области нанотехнологий, а также меры юридической ответственности за нарушения требований в сфере обеспечения экологиче-

⁹ Hodge, Graeme, Bowman, Diana and Karinne Ludlow. New global frontiers in regulation: the age of nanotechnology. Edward Elgar Publishing Ltd. 2007. P. 239–265.

ской безопасности, не приняты в полном объеме необходимые технические регламенты и пр.), активно продолжается научно-исследовательская деятельность в указанной сфере, а созданные нанопродукты выпускаются на потребительский рынок¹⁰. Более того, указанный правовой пробел невозможно заполнить посредством внесения соответствующих изменений и дополнений в уже действующие правовые акты.

На отсутствие должного правового регулирования и соответствующих разработок в области обеспечения экологической безопасности при разработке и применении нанотехнологий и нанопродуктов в Российской Федерации неоднократно указывалось в ряде ведущих международных документов. Так, в соответствии со стратегической программой Европейского Союза FramingNano, закрепляющей основы экологически устойчивого управления в сфере нанобезопасности для стран ЕС и ряда других стран участников, замечается, что на организованной ежегодной встрече OECD Tour de Table Meeting in Paris¹¹ (ноябрь 2007 г.) Россия взяла на себя обязательство к 2009 году разработать долгосрочную Программу развития nanoиндустрии на срок до 2015 г. (Nanotechnology Action Plan for Russia-2015), где ключевая роль должна отводиться аспектам нанобезопасности и оценке потенциального риска нанотехнологий и наноматериалов на окружающую среду и здоровье человека, но до сих пор не предоставила этот документ для обсуждения международным партнерам по наноконсорциуму¹².

¹⁰ См. подробнее: Белокрылова Е. Особенности формирования государственной политики Российской Федерации в сфере правового обеспечения экологической безопасности при разработке и применении нанотехнологий // Право и политика. №9. 2009. 10 с.

¹¹ Организация по Экономическому Сотрудничеству и развитию (OECD) является межправительственной организацией, в которой представители 30 индустриально развитых стран в Северной Америке, Европе и Азии и Тихоокеанском регионе,

¹² Framingnano Project: a multistakeholder dialogue platform framing the responsible development of Nanoscience&Nanotechnologies. MAPPING STUDY ON REGULATION AND GOVERNANCE OF NANOTECHNOLOGIES <http://www.framingnano.eu/> [дата обращения 26/07/2011].

На очередной встрече Tour de Table at the 7th Meeting of the Working Party on Manufactured Nanomaterials в июле 2010 года, посвященной текущему развитию деятельности в сфере нанобезопасности, Россия предоставила сведения, что заявленный План действий все еще находится в стадии разработки¹³. Тем не менее, Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» опубликовал Программу развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года¹⁴, однако до сих пор не ясен ее официальный статус, а именно — утверждена ли она в установленном законом порядке. Указанным документом предусматриваются эпизодические положения в области обеспечения экологической безопасности, в частности, в рамках правового направления реализации программы предусматривается разработка системы технических регламентов и других нормативных документов организационно-правового обеспечения безопасности и страхования рисков в области нанотехнологий.

Таким образом, одна из самых динамично развивающихся областей инновационной деятельности — нанотехнологии — остается практически вне эколого-правового поля защиты, что, как уже отмечалось, может привести к повышению уровня экологических рисков при создании и применении нанопродуктов для окружающей среды и здоровья человека.

Как следствие, к настоящему времени полностью отсутствуют доктринальные исследования в области разработки концептуальных основ нанобезопасности в Российской Федерации, в то время как указанные отношения представляют собой динамично и прогрессивно развивающийся комплексный междисциплинарный правовой институт, включающий в себя нормы не только экологического, но и конституционного, административного, гражданского, уголовного и иных отраслей российского права, а также

¹³ Цит. по: <http://www.oecd.org/dataoecd/49/49/44947758.pdf> [дата обращения 26/07/2011].

¹⁴ Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» http://www.portalnano.ru/read/documents/met/mon-sm-538_16_16072010/program_2015 [дата обращения 26/07/2011].

положения иных фундаментальных научных отраслей (медицины, инженерии, энергетики и пр.).

Руководствуясь вышесказанным, в четком ориентире на экономические приоритеты при регламентации порядка осуществления инновационной деятельности в сфере нанотехнологий законодателем зачастую игнорируются как рекомендации международных и европейских организаций в сфере создания основ нанобезопасности, так и экологические интересы личности, общества и государства, а имеющийся правовой вакуум в отношении обеспечения безопасности инновационных продуктов разработки и применения нанотехнологий будет способствовать нарушению основ экологического правопорядка¹⁵.

Тем самым, исходя из международно-правовых рекомендаций и доктринальных основ действующего законодательства, устанавливающих базовые положения в области безопасности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, считаем, при отсутствии должного и достаточного законодательного регулирования, деятельность в области разработки и применения нанотехнологий, возможно, стоит рассматривать в качестве потенциальных внутренних угроз экологической безопасности Российской Федерации, а ввоз подобных объектов при отсутствии соответствующего экспортного контроля на территорию России — источниками внешних угроз как экологической, так и территориальной безопасности государства.

Одним из самых универсальных способов решения названных проблем следует считать применение сравнительно-правового метода при разработке законодательного обеспечения отношений, связанных с разработкой и применением нанотехнологий в Российской Федерации. Хочется подчеркнуть его исключительную значимость применительно к исследуемой области отношений, поскольку данный метод является важнейшим инструментом в использовании опыта, накопленного зарубежными странами, а также

¹⁵ См. подробнее: Белокрылова Е. Особенности формирования и реализации международной политики в области обеспечения экологической безопасности при разработке и применении нанотехнологий // Право и политика. №5. 2011.

будет служить выявлению наиболее эффективных применяемых законодательных методик обеспечения нанобезопасности в различных отраслях промышленности и путей их имплементации в российскую правовую систему.

Как уже подчеркивалось выше, странами мирового сообщества (США, Европейским Союзом, Соединенным Королевством, Кореей, Японией, Австралией и др.) в течение длительного времени (с 2004 года по настоящее время) разрабатывались концептуальные основы в сфере обеспечения нанобезопасности в различных отраслях промышленности. На сегодняшний день указанные страны располагают рядом соответствующих методик, при помощи которых может быть значительным образом снижен (либо существенно минимизирован) уровень потенциальных экологических рисков для окружающей среды и здоровья человека при разработке и применении нанотехнологий и наноматериалов, а также осуществляется контроль и надзор и оценка нано-рисков для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества граждан. Речь также идет о развитой в Европейском Союзе, США, Великобритании и ряде иных стран системе экологических экспертиз, технологического регулирования, стандартизации, сертификации, маркировки и прочих способах и средствах обеспечения экологической безопасности в указанной сфере деятельности, имеющих детальную правовую регламентацию, и, как следствие, выступающих основными гарантами соблюдения прав граждан и защиты окружающей среды в области разработки и применения нанотехнологий и их продуктов.

С помощью методов сравнительно-правового исследования представляется возможным осуществление ряда весьма актуальных для России задач, а именно:

- проведение всестороннего анализа доктринальных и законодательных источников в сфере обеспечения нанобезопасности в зарубежных странах;
- создание целостной теоретико-правовой концепции правового обеспечения нанобезопасности в Российской Федерации;
- разработка предложений по совершенствованию действующего законодательства в сфере нанобезопасности;
- установление методических основ нано-менеджмента (системы управления деятельностью, связанной с разработкой и

применением нанотехнологий) и оценки нано-рисков (правовых способов и средств защиты окружающей среды, жизни, здоровья и имущества человека и гражданина);

— систематизация правовых способов, средств и требований обеспечения нанобезопасности в Российской Федерации, а также мер юридической ответственности за их несоблюдение;

— выработка основных правовых критериев, обеспечивающих безопасность при разработке и применении нанотехнологий и наноматериалов.

Считаем, что всестороннее и многоаспектное применение сравнительно-правового метода при регулировании рассматриваемых правоотношений позволит выработать целостную теоретико-правовую концепцию обеспечения безопасности деятельности, связанной с разработкой и применением нанотехнологий и созданных на их основе нанопродуктов и нановеществ в Российской Федерации, основанную на рекомендациях международных и европейских наноконсорциумов, что позволит скорейшим образом сформировать единую государственную политику в указанной области, реализация эффективная которой будет выступать существенным гарантом одновременного развития научно-технического прогресса и защиты экологических прав, свобод и законных интересов граждан.

ОПЫТ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В УФИМСКОМ НИИ ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Бикбов М. М.

*ГУ «Уфимский НИИ глазных болезней»
Академии наук Республики Башкортостан*

Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ, изучающий фундаментальные и прикладные проблемы в течение 85 лет, с 2007 г. ориентируется на выполнение инновационных программ. Основная цель последних — разработка аппаратов, лекарственных средств,

новых технологий хирургии заболеваний глаз. Организована инфраструктурная среда для эффективной реализации инновационных проектов, рассчитанная на долгосрочные перспективы.

Сотрудниками института создана система воздействия ультрафиолетового облучения на роговицу, включающая разработанные офтальмологическое устройство для УФ-кросслинкинга «УФалинк» и корнеопротектор «Декстралинк», лечебное действие которых основано на исправлении биомеханики патологически измененной важной оптической структуры глаза — роговицы. Исследования на молекулярном уровне способствовали разработке нового офтальмологического средства — протектора «Декстралинка», который ограничивает проникновение ультрафиолетового излучения в глуболежащие отделы глаза и стимулирует регенеративные процессы. Это первые результаты в институте, полученные с использованием наномолекулярных биотехнологий в офтальмологии. Изучена доставка лекарства к органу-мишени (роговица). Разработанные изделия медицинского назначения обеспечивают укрепление коллагеновых волокон стромы роговицы, повышение ее упругости за счет комбинированного воздействия фотосенсибилизирующего вещества (рибофлавин) и ультрафиолетового излучения. Доказана клиническая эффективность и безопасность процедуры для сетчатки и других тканей глаза.

Сконструирован опытный образец аппарата, проведена экспериментальная апробация, разработаны технические условия на его производство, технический паспорт, реклама. Испытания нового аппарата проведены во Всероссийском НИИ испытания медицинской техники (Москва). Нормативно-технологическая документация способствовала организации серийного выпуска аппарата. Получены регистрационные удостоверения, разрешающие его производство, продажу и применение на территории Российской Федерации. Устройство «УФалинк» сертифицировано и зарегистрировано в Реестре медицинских изделий РФ. Сертификат соответствия по ГОСТу позволяет реализовывать аппараты и изделия медицинского назначения. Научно-технический уровень аппарата соответствует стандартам иностранных аналогов.

С 2009 г. аппарат и корнеопротектор выпускаются серийно, рекомендован для УФ-кросслинкинга заболеваний роговицы:

кератоконуса I-II ст., ятрогенной кератэктазии, краевой дегенерации роговицы, кератоглобуса, буллезной кератопатии I-II стадии.

Экспериментальные и серийные модели выпущены благодаря успешному сотрудничеству с производственными фирмами Республики Башкортостан. Потребности в исполнении таких аппаратов очевидны и будут возрастать, причем для лечения не только роговицы, но и всех структур органа зрения. Об этом свидетельствуют многочисленные заявки офтальмохирургов РФ и ближнего зарубежья на покупку «УФалинка» и «Декстралинка». Потенциальным покупателям показано, что российское оборудование надежно и конкурентоспособно. Отечественные производители аналогичную продукцию не выпускают. Проведение ежегодных обучающих курсов и рекламных компаний способствовали тому, что аппарат полностью окупил себя и теперь приносит прибыль.

В 2010 г. аппарат «УФалинк» и протектор роговицы «Декстралинк» были отмечены дипломами выставок III Петербургского Международного Инновационного Форума, XIV международного форума «Российский промышленник» (С-Петербург), III Российского общенационального офтальмологического форума (Москва). В 2011 г. на Петербургской Технической Ярмарке были получены Дипломы II степени (с вручением серебряных медалей) в номинации «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года».

ИЗБЫТОЧНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭНЕРГИЯ НАНОЧАСТИЦ ВЫЗЫВАЕТ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Борисенко Н. И., Борисенко О. Н., Савелло А. А., Чичиро Е. А.

*Электростальский политехнический институт (филиал)
ФГОУ ВПО НИТУ МИСиС*

Уменьшение размеров частиц порошков сопровождается ростом поверхностной энергии, причем при переходе размеров на наноуровень эта энергия возрастает в десятки раз. При жидкофазном спекании твердых сплавов эта энергия становится избыточной. Последующая кристаллизация при охлаждении сопровождается ростом

частиц карбида вольфрама. Однако если при затвердевании «обычного» твердого сплава наблюдается рост зерна, то при затвердевании твердого сплава с присадкой наночастиц энергия, выделившаяся при образовании жидкой фазы, переходя во вновь образующиеся поверхностные слои зерен, оказывается избыточной, поскольку не соответствует размеру зерен. Такое положение вызывает рост внутренних напряжений в зерне и, в конечном итоге, его разрушение.

На рисунке 1—А показана структура стандартного твердого сплава ВК8, рядом — структура твердого сплава, полученная из той же шихты, к которой добавили 1% (рис. 1—Б) и 2% (рис. 1—В) наночастиц карбида вольфрама размером 60–80 нм.

Измельчение зерна карбида вольфрама сопровождается выравниванием

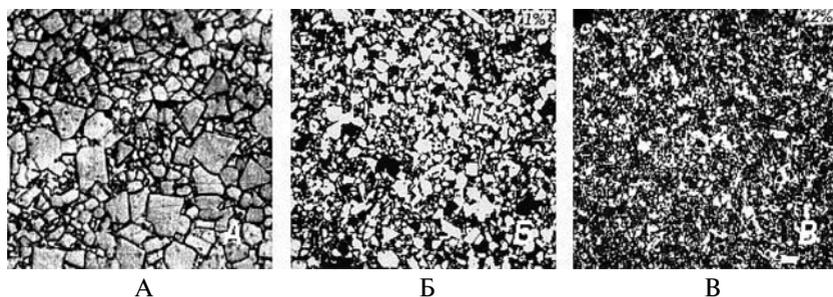


Рис. 1. Влияние добавки нанопорошка карбида вольфрама на гранулометрический состав

нванием гранулометрического состава полученного материала. Из того же рисунка видна неоднородность размеров зерен стандартного твердого сплава и ровный зерновой состав модифицированного.

Модифицированный твердый сплав ВК8УДП имеет более высокую твердость, прочность и динамическую вязкость, которые обуславливают повышение размерной точности при резании [1].

Список литературы

1. *Калмыков В. И.* Точение жаропрочных материалов резцами из твердых сплавов со структурой, модифицированной добавкой наночастиц карбида вольфрама / В. И. Калмыков, Т. М. Петровская [и др.]. Журн. Технология металлов, №3. — М. : Изд-во Наука и технология, 2011.

ТЭНЫ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Борисенко Н. И., Петросян Г. Р.

*Электростальский политехнический институт (филиал)
ФГОУ ВПО НИТУ МИСиС*

Ультрадисперсные (нано-) порошки плохо прессуются, особенно если частицы имеют форму пластинок. И совсем не прессуются такие порошки без пластификатора.

При создании трубчатых нагревателей с высоким тепловым потоком не допускается применение даже следов пластификатора, поскольку, испаряясь во время работы, его пары могут разорвать оболочку.

Разработан способ, при котором прессуется смесь крупнозернистого порошка из материала, хорошо уплотняющегося при «сухом» прессовании, и рабочего ультрадисперсного (нано-) порошка, форма частиц которого при таком прессовании не имеет значения.

Для определения минимального количества «крупного» порошка построена модель, в которой было изучено распределение мелких и крупных частиц сферической формы. При этом было принято допущение, что «мелкие» частицы заполняют промежутки между «крупными» не только из геометрических условий построения, но и дополнительно из возможностей произвольного заполнения оставшихся свободных объемов. Дополнительное размещение «мелких» частиц позволяет заполнить свободные промежутки произвольным образом. Понятно, что количество дополнительных частиц, которые возможно разместить в каркасе из «крупных» частиц, существенно возрастает.

В каркасе, образованном крупными и хорошо прессующимися частицами, можно разместить достаточное количество «мелких» плохо прессующихся частиц без снижения теплопроводности и электрической прочности композиционного материала, составленного таким образом.

Изготовлен композиционный материал из ультрадисперсных (нано-) частиц гексагонального нитрида бора и оксида магния. Нитрид бора имеет высокую теплопроводность и электрическую прочность при рабочей температуре, негигроскопичен и не содержит растворенных газов. Второй компонент композита — оксид магния — отлично прессуется.

Частицы оксида магния имели размеры в интервале 1–3 мкм, частицы нитрида бора — 30–80 нм.

Испытания экспериментального трубчатого нагревателя показали устойчивость работы при тепловом потоке до 2 МВт на метр длины, при температуре по оси нагревателя — 1200 °С.

Тэны такой большой тепловой мощности и интенсивным тепловым потоком используются при пуско-наладочных работах при запуске ядерных энергетических реакторов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ПРИ СОЗДАНИИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Борисенко Н. И., Лисин П. А.

*Электростальский политехнический институт (филиал)
НИТУ МИСис*

Введение наночастиц карбида вольфрама в шихту твердого сплава ВК8 приводит к изменению микроструктуры спеченного сплава. Для нахождения диапазона оптимальных концентраций наночастиц построена модель, при создании которой исходили из предположения, что концентрация наночастиц в исходной смеси компонентов зависит от плотности упаковки наночастиц. Рассмотрены пять видов плотных упаковок — кубическая, орторомбическая, тетрагональная, пирамидальная, тетраэдральная. Вначале объем заполнили частицами в количестве, определяемом геометрическими построениями и математическим расчетом. Так был получен нижший предел концентраций наночастиц.

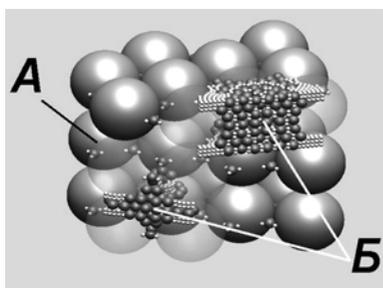


Рис. 1. Орторомбическая упаковка. А — упаковка «классического» вида, Б — показана часть структуры, заполненная по геометрическим построениям (А) и заполненная максимальной забивкой (Б)

Затем полученную упаковку дополнили наночастицами, произвольно размещенными в оставшихся полостях. Так был определен верхний предел концентраций наночастиц.

Экспериментальная проверка полученных пределов концентраций показала, что в диапазоне концентраций наночастиц 1–6% структура твердого сплава получается мелкозернистой, возрастает плотность материала, твердость, предел прочности при изгибе и динамическая вязкость.

Таблица 1

Сравнение физико-механических свойств твердых сплавов.

Марка сплава	Плотность γ , г/см ³	Прочность при поперечном изгибе $\sigma_{изг}$, МПа	Твердость HRA , кг/мм ²	Ударная вязкость KIc , кгс м/мм ²
ВК8, ГОСТ 3882-74	14,4–14,8	1600	87,5	0,25
ВК8УДП-1 СКИЛ М-30	14,3–14,6	1800	89–90	1,5–2,0
Н10F, SANDWIK	14,45	1800	92,1	—

Было получено пять диапазонов концентраций, соответствующих пяти рассмотренным видам упаковок (табл. 2)

Изучение моделей упаковок позволило сократить экспериментальный подбор композиций в натурном эксперименте.

Таблица 2

**Плотности упаковки и значение максимального количества
«наночастиц» для упаковок различного вида**

Упаковка	Максимальное содержание нанопорошка в шихте, %	Плотность упаковки, %
Кубическая	1,16	60,65
Кубическая плотная	11,00	67,35
Пирамидальная	2,26	68,45
Пирамидальная плотная	11,08	75,24
Орторомбическая	1,48	53,09
Орторомбическая плотная	4,05	62,59
Тетрагональная	0,69	58,57
Тетрагональная плотная	3,63	71,33
Тетраэдральная	0,16	51,39
Тетраэдральная плотная	1,64	75,86

**САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОСБОРКА
В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ
«ЖИВОЕ – НЕЖИВОЕ»**

Борисенко Н. И., Гизатуллин Р. М.

*Электростальский политехнический институт (филиал)
НИТУ МИСиС, ООО ИСЦ «НАНОДЕНТ»*

Внедрение в живую ткань организма постороннего тела сопровождается его отторжением. Не исключением являются и специальные тела, вводимые в организм с целью замены повреж-

денных костей — имплантаты. Сказывается еще и то, что при росте окружающих тканей размеры имплантата не меняются. Это обуславливает необходимость реимплантации через 5–10 лет, кроме того, наблюдается остеолиз костной ткани, например, челюсти вследствие несоответствия твердости материала имплантата и кости, что требует либо реимплантации, либо делает имплантацию невозможной при локальном остеопорозе челюстной кости. То есть имплантат не является пожизненным.

Другим фактором, обуславливающим неизбежность отторжения имплантата, является несоответствие реакции кости и материала имплантата на приложенные нагрузки. Основным фактором отторжения имплантатов является то, что поверхность имплантата напрямую контактирует с живой тканью, в то время как костная поверхность в организме контактирует с окружающей тканью через промежуточную ткань — периодонт. Периодонт образуется вокруг кости в процессе зарождения и дальнейшего роста кости и изменяется с возрастом и физическим состоянием организма. Имплантат не окружается периодонтом, и поэтому организм постепенно «распознает» его как чужеродное тело и начинается отторжение. Окружающие ткани не срастаются с имплантатом, и последний постепенно отслаивается.

Микро- и наночастицы из материалов, обладающие биосовместимостью и сверхпластичностью, имеющие фрактальную структуру поверхности, образуют с биологической тканью субстанцию, которая замещает функции отсутствующего периодонта.

В процессе взаимодействия с окружающей тканью возникает новообразование в виде пространственного тела, названное нами «фениксом», путем самоориентации частиц порошка «неживого» вдоль линий нормальных напряжений в живой ткани, образованной «живой» составляющей, прорастающей в окружающую ткань, причем «неживые» частицы в упомянутом пространственном теле образуют силовой каркас, подобный кости, по принципу самоорганизации и самосборки, обуславленными поведением «живой» составляющей, прорастающей в ткань организма и нормальными напряжениями в ткани при силовой нагрузке. Фениксон как аналог упругой составляющей периодонта демпфирует колебания системы

«имплантат-ткань», возникающие при нагружении имплантата, причем характер этого демпфирования является полной аналогией демпфирования колебаний естественного периодонта, поскольку структура фениксона составлена из микро- и наночастиц того же материала, что и материал имплантата. А передача нагрузок и колебаний от имплантата окружающей ткани аналогичны периодонту, поскольку в составе фениксона присутствует «живая» составляющая, прочно связанная с частицами «неживого» материала фениксона. Прочность связи — прорастания живой ткани в неживую (частицы) — определяется фрактальноструктурированной поверхностью микро- и наночастиц, которая формируется технологией их изготовления (рис. 1).

Становится возможным создание пожизненных имплантатов, основанных на существовании переходных от «неживого» к «живому» субстанций. И это наблюдается не только на наноуровне, но и на микроуровне, хотя именно наночастицы как более энергонасыщенные образования несомненно провоцируют образование такой комбинированной субстанции.

На рис. 2 показано состояние композиции после введения ее шприцем в область установки имплантата, слева на фигуре показана рентгенограмма, а справа — то же изображение, инвертированное с контрастирующей обработкой для четкости. На рис. 3 показано состояние введенного препарата через 3 месяца. Видно, что ча-

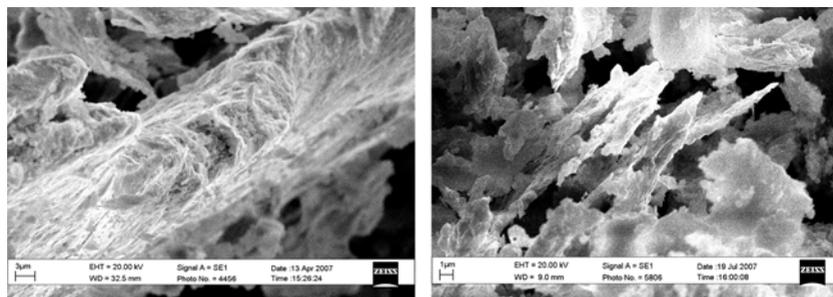


Рис.1. Микро и наночастицы с фрактальноструктурированной поверхностью

стицы никелида титана «выстроились» по линиям нормальных напряжений, плотно окружив «корень» имплантата сферическим образованием — фениксом, что способствует демпфированию усилий, возникающих при пережевывании пищи. Наблюдения в течение 5-ти лет показали, что величина композитного образования меняется по мере роста окружающих его тканей.

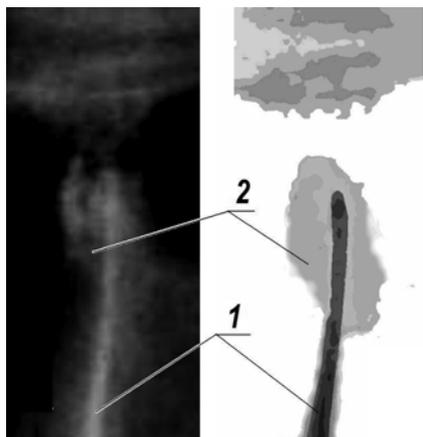


Рис. 2. Гелевая композиция из частиц никелида титана, коллагена и аутоплазмы введена шприцем в корневую часть имплантата. 1 — имплантат, 2 — гелевая композиция. На рисунке справа — контрастирующая обработка рентгено снимка

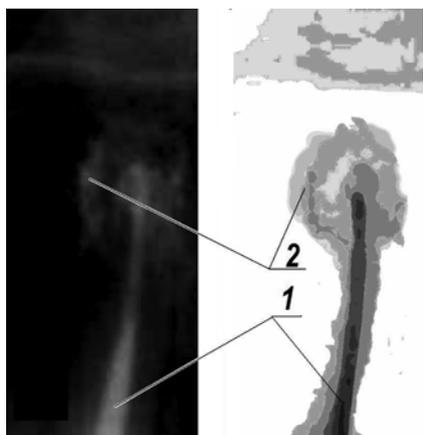


Рис. 3. Через 3 месяца образовался «феникс» — плотная субстанция сферической формы, расположенная в соответствии с нормальными и касательными напряжениями, обусловленными пережевыванием пищи

НАНОПРОСВЕЩЕНИЕ И НАНООБРАЗОВАНИЕ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР РЫНКА НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Бородин М. Н., Патрикеев Л. Н.

Издательство «Бином. Лаборатория знаний», НИЯУ МИФИ

В течение ряда лет издательство «Бином. Лаборатория знаний» и его редакционный совет по направлению нанотехнологии не только вели и ведут просветительскую и воспитательную работу среди учеников и учителей школ, студентов и преподавателей вузов, но и постоянно исследуют вопросы психологии рационального воздействия на активизацию ассоциативного мышления, фантазии и активной жизненной позиции читателей.

Выпущены и планируются к выпуску десятки популярных брошюр и учебных пособий, написанных отечественными авторами. Переведены и изданы ряд блестящих монографий зарубежных специалистов. Ведутся переговоры с иностранными издательствами о переводе наших учебников и монографий.

Одной из острейших проблем, над которой приходится постоянно задумываться и искать пути ее решения, является очень слабая информированность наших читателей о нанотехнологиях. Эта проблема касается всех без исключения слоев нашего общества. Здесь требуется активная **региональная** поддержка со стороны членов НОР. Региональные газеты, местное телевидение, все виды современного распространения наноинформации должны быть задействованы для просветительского процесса.

По мнению отечественных психологов для создания ориентировочной основы дальнейшей активной деятельности любого ученика годятся пусть эпизодические, но **постоянные** внепрограммные рассуждения вопросов связи и перспектив нанотехнологий на уроках природоведения, биологии, химии, физики, информатики и математики. При этом, конечно, можно и полезно опираться на видеолекции ученых МГУ, МИСИ, ЛЭТИ и МИФИ. Особо подчеркнем роль примеров и задач (с решениями), которые предлагались на Наноолимпиадах.

ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЯ НАНОЧАСТИЦ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН И ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ

Волков В. А., Омелянчук С. А., Щукина Е. Л.

МГТУ им. А. Н. Косыгина

В докладе обсуждаются: синтез магнитной жидкости с наноразмерными частицами, определение методом атомно-силовой микроскопии размера частиц и их распределения по размерам после осаждения на волокна тканей. Рассматриваются закономерности осаждения частиц на волокнах, для выявления оптимальных условий осаждения частиц на волокнах определены электрические потенциалы поверхности частиц и волокон и рассчитывается энергия взаимодействия частиц с волокнами. Рассматриваются различные способы закрепления частиц на поверхности волокон, в том числе и путем формирования полимерной пленки из наночастиц полимера синтетических латексов. Определены магнитные свойства ткани и поглощение излучений. Предположительное применение тканей, модифицированных магнитными наночастицами — защитная одежда от излучений.

НАНОТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ СЛОЕВ НА ВОЛОКНАХ ДЛЯ МАСЛООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ

Волков В. А., Амарули А.

МГТУ им. А. Н. Косыгина, vav36@mail.ru

Агеев А. А.

ИМЭИ

В докладе будет рассмотрен обзор исследований авторов в области модификации текстильных материалов. Рассматриваются три основных метода модификации тканей и изделий из текстильных

материалов: 1) создание мономолекулярного нанослоя при адсорбции модификатора; 2) формирование нанопленки полимера из осажденных из латекса частиц и 3) молекулярное наслаивание интерполимерных комплексов, состоящих из водорастворимого катиоактивного полимера и фторсодержащего аниоактивного ПАВ. Более подробно рассматриваются результаты применения нового метода олеофобизации волокон текстильных материалов, основанного на послойном нанесении якорного полимера и фторсодержащего ПАВ.

Цель данного доклада состоит в обобщении результатов наших исследований и выявлении механизма формирования наиболее эффективного модифицирующего слоя и условий его создания при наименьших затратах.

Одной из важнейших задач защиты человека от враждебных воздействий среды обитания является создание защитной одежды, способной предотвращать проникновение вредных веществ через ткани и вступать в контакт с телом, оказывая негативное влияние на здоровье. С этой целью проводится такая модификация волокон ткани, в результате которой ткань перестает смачиваться вредными веществами, например, маслами и маслоподобными жидкостями.

Поверхностная модификация основана на снижении поверхностного натяжения волокон до величины $\sigma = 6-8$ мДж/м². Для придания волокнам тканей маслоотталкивающих свойств используют фторсодержащие соединения. Критическое поверхностное натяжение у хлопчатобумажной ткани может достигнуть наименьшей величины 7 мДж/м² при ее модификации перфторированной лауриновой кислотой (12 атомов углерода) и составляет только 10 мДж/м² при использовании перфторированной масляной кислоты.

Поэтому возникла необходимость разработки такого процесса модификации, в котором бы исключалась фрагментарность модифицированной поверхности при наименьших затратах труда и ресурсов. Это возможно при использовании для синтеза латексов фторуглеродных эмульгаторов, что в настоящее время

нереально, или проведения модификации волокон методом нанотехнологии молекулярного наслаивания фторуглеродных поверхностно-активных веществ (ФПАВ) на поверхность волокон тканей и закрепления их для повышения устойчивости к стиркам и химчистке.

Адсорбция полимеров и поверхностно-активных веществ используется для создания модифицирующих наноразмерных слоев, придающих волокнам ткани новые свойства: водо-, масло-, грязеотталкивание, что может быть использовано для придания текстильным изделиям защитных свойств от смачивания и пентрации различных вредных жидкостей, например ядохимикатов, отравляющих веществ, кислот, щелочей, масел и т. д.

УСПЕШНЫЙ ОПЫТ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ И КОМПАНИЙ НА РЫНКЕ УСЛУГ В СФЕРЕ НАНОИНДУСТРИИ ООО «АВТОСТАНКОПРОМ»

Вохидов А. С.

ООО «АВТОСТАНКОПРОМ»

ООО «АВТОСТАНКОПРОМ» является преемником предприятия Интерпро, впервые в СССР — РФ (1980—1990-е гг.) осуществившего в режиме бизнес-проекта широкое практическое внедрение в производстве технологии получения наноразмерных (толщиной 4...10 нм) многофункциональных пленок на основе фторсодержащих поверхностно-активных веществ (фторПАВ), получивших название ЭПИЛАМЫ.

Разработанные отечественными учеными (Максимов Б. Н., Рябинин Н. А., Новожилов Е. Н., Сапгир Е. В., Серушкин И. Л., Овчинников А. Н.), эпиламы показали себя с самой лучшей стороны при использовании в проекте «Буран» и других проектах специальной техники, оправдали ожидания в споре с зарубежными аналогами и в перспективе были готовы занять главенствующее ме-

сто среди аналогичных композиций. Значимость открытия нового класса фторорганических соединений на базе перфторполиэфиров и создания озонобезопасных хладонов по достоинству была отмечена присуждением Государственной премии СССР за достижения в области науки (1981 г.) и Премии Правительства РФ (2001 г.).

Не канули в Лету труды и старания В.А.Горбунова и его сподвижников, внесших неоценимый вклад первопроходцев в дело практического применения эпилам предприятиями нашего города и страны. По самым скромным подсчетам, эпиламы устойчиво применяли более 600 предприятий СССР машиностроительной, станкостроительной, приборостроительной и других отраслей.

Годы перестройки подкосили надежды отечественной науки по многим направлениям, в том числе и в части практического применения эпилам как одного из альтернативных направлений гальваническим покрытиям изделий из металла и покрытиям разного рода защитными лаками поверхностей и контактов печатных плат и сборок микросхем.

Разработана теория получения мономолекулярных пленок на поверхности раздела фаз (жидкость—газ) с перспективой их (пленок) переноса на поверхность твердой подложки, претворенная на практике Ленгмюром-Блоджетт (1920—1930-е годы) с учетом свойств молекул амфифильного вещества, образующих так называемый «частокол Ленгмюра». Поведение молекул фторПАВ (эпиламы) на твердой поверхности (на границе раздела фаз твердое тело—газ) сходно с поведением молекул амфифильных веществ на поверхности воды (жидкого субстрата) и при соблюдении технологии эпиламирования позволяет получить «частокол Ленгмюра» на твердой поверхности с закреплением покрытия с включением механизма хемосорбции. Именно это свойство образовывать покрытия со структурно ориентированными молекулами фторорганических соединений позволяет придавать новые, предопределяемые наперед, свойства рабочим поверхностям ответственных деталей и узлов машин, механизмов, приборов.

Надежность закрепления наноразмерной пленки на поверхности твердой подложки позволяет расширять диапазон таких эксплуатационных параметров покрытия, как температура, давление, влияние действия агрессивных факторов (пары солей, щелочей,

кислот), что позволяет использовать покрытие в трибологических системах всех видов машиностроения, приборостроения, а также в производстве различного рода сенсоров, датчиков и др. элементов систем управления.

Технология получения указанных пленок не связана с использованием дорогостоящего и энергоемкого оборудования и материалов, не связана с необходимостью больших вложений в обеспечение техники безопасности и охраны труда. Также это направление не требует особых расходов на такие составляющие бизнес-проектов, как создание разветвленной инфраструктуры и системы экобезопасности.

Формирование рынка потребителей технологии эпиламирования происходит не так легко и быстро, как этого хотелось бы. Сказывается извечная инертность технического руководства предприятий промышленной сферы, консерватизм и неверие в реальность достижения предполагаемых технических эффектов (существенное снижение поверхностной энергии твердого тела, снижение коэффициента трения и степени износа в системах трущихся поверхностей, повышение гидрофобности и химической стойкости поверхностей деталей и узлов машин, приборов, оборудования).

Включение новых предприятий в орбиту практического использования наноматериалов и нанотехнологий создает предпосылки для подготовки нового поколения кадров — специалистов широкого профиля — в области нанометрологии, физхимии, энергии поверхности твердого тела и жидкостей. Широкомасштабные проекты в наноиндустрии и в нанонауке требуют создания нанокластеров, где бы молодежь имела возможность не только получать знания и профессию, но была бы «привязана» к месту учебы и — в дальнейшем — работы — гуманными способами: по типу, например, Сучжоуского института нанотехнологий и нанобионики Китайской Академии наук или Техноцентра при Университете г. Ювяскюля (Финляндия), где молодые специалисты не только выращиваются, но и закрепляются долгосрочными проектами и жильем.

Появление в Санкт-Петербурге нового исследовательского и образовательного центра (Академический университет) и комплекса в Сколково вселяет уверенность в том, что болевые для всех отечественных предприятий точки в скором времени будут локализованы

и практическая нанотехнология широким фронтом перейдет из стен исследовательских центров в мир реального воплощения.

В настоящее время практическому широкомасштабному внедрению научных разработок (как новых, так и давних) мешает наличие промежуточных структур (различного рода инвестиционных фондов, бизнес-ангелов и т. д.), занимающих позиции между наукой и производством и озабоченных в основном упрочением собственного благосостояния. Неподъемная для малых и средних предприятий стоимость услуг указанных структур сводит на нет усилия к взаимодействию науки и производства. Непременное стремление указанных структур к участию в раскрое прибыли и к внедрению своих управляющих в аппарат действующих предприятий под благовидным предлогом оперативного и квалифицированного сопровождения бизнес-проекта с момента его запуска (startup) охлаждает горячие головы отечественного бизнеса. К великому сожалению, основная часть указанных организаций — это филиалы зарубежных компаний, работающих по мировым стандартам без учета особенностей организации российского бизнеса, российской бюрократии и чиновничества в сфере бизнеса.

Предложения российских властей воспользоваться поддержкой предприятий малого и среднего бизнеса встречены предпринимателями с большой долей скептицизма. К примеру, для получения субсидии от администрации района по месту нахождения предприятия необходимо составить бизнес-план. Объем среднестатистического бизнес-плана составляет 40 страниц формата А4, при этом отклонения от установленной формы документа автоматически снимают кандидата с беговой дорожки. Но даже при положительном решении о выделении субсидии предприниматель вскоре утонет в отчетах.

Многочисленные попытки установления контактов с зарубежными коллегами по поводу направления им нанопродуктов российского производства наталкиваются на непреодолимые барьеры при оформлении таможенных документов.

В России имеются силы, способные осуществить реальный прорыв в сфере практического внедрения разработок в области нанотехнологий и наноматериалов. Надеемся, Конференция НОР поможет решить некоторые проблемы, мешающие продвижению к прогрессу.

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВОГО КЛАССА РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

*Ганжигиева А. Н.¹, Рахметова А. А.², Богословская О. А.²,
Мбаша Майкл Джозеф¹, Ильина А. В.³, Ольховская И. П.²,
Овсянникова М. Н.², Варламов В. П.³, Глуценко Н. Н.³*

*¹Российский Университет Дружбы Народов,
кафедра фармацевтической и токсикологической химии*

*²Учреждение Российской Академии Наук
Институт энергетических проблем химической физики РАН*

*³Учреждение Российской Академии Наук
Центр «Биоинженерии» РАН*

В докладе будут представлены данные о создании нового класса ранозаживляющих лекарственных средств с использованием наночастиц разной химической природы.

Необходимость разработки современных ранозаживляющих средств продиктовано высоким уровнем травматизма в России, когда каждый десятый житель страны ежегодно подвергается травмам. Высокая резистентность микроорганизмов, инфицирующих раны, усложняет процесс ранозаживления. Поэтому разработка новых современных препаратов, обладающих ранозаживляющим и антимикробным действием, представляется перспективным направлением фармации и медицины. Ранозаживление является сложным процессом, протекание которого требует баланса микроэлементов, антиоксидантов, матриксных металлопротеиназ и других факторов. Одним из металлов, абсолютно необходимых для процессов регенерации тканей, является медь. Кроме того, нами установлено, что наночастицы меди обладают антимикробным действием более высоким, чем наночастицы серебра. Разработанный в Институте энергетических проблем химической физики РАН способ получения и модификации наночастиц меди позволяет получать наночастицы металлов с заданными физико-химическими и биологическими свойствами. Поэтому первым компонентом в составе мягких лекарственных форм выбраны наночастицы меди.

В настоящее время доказано, что низко- и высокомолекулярные хитозаны различной структуры являются эффективными ранозаживляющими агентами. Известно также, что хитозан связывает ионы различных металлов и имеет высокое сродство к ионам меди. Поэтому в качестве второго компонента в составе мягких лекарственных форм мы использовали разработанные в Центре биоинженерии РАН наночастицы хитозана.

Одной из проблем при работе с наночастицами является их способность взаимодействовать с компонентами среды, в которую их помещают. Поэтому нами разработана лабораторная технологическая схема, позволяющая сохранить высокую биологическую активность наночастиц разной химической природы и обеспечить направленное действие наночастиц меди с заданными физико-химическими характеристиками и наночастиц хитозана на процессы, обеспечивающие высокий уровень ранозаживления.

Показано, что разработанные нами мягкие лекарственные формы с использованием современных нанотехнологий получения наночастиц разной химической природы с заданными физико-химическими и биологическими свойствами позволяют реализовать идею синергизма действия наночастиц разной химической природы и создавать лекарственные формы нового поколения.

МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Глазко В.И.

*Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К. А. Тимирязева*

Генетический аппарат гаметы млекопитающих представляет совокупность генетических элементов (геном), состоящих из 3×10^9 нуклеотидов, каждый из которых состоит из нуклеозида (0,33 нанометра) и остатков фосфорной кислоты (0,60 нанометров). Двойной геном упакован в ядра соматических клеток с диаметром в среднем около 10 микрон. Геномика — область исследований

закономерностей структурно-функциональной организации генетического аппарата. В результате ее развития в молекулярной генетике состоялся переход от изучения отдельных генов к исследованиям геномов. Ведутся поиски закономерностей самосборки его отдельных элементов, а также регулярности позиционирования некоторых нуклеотидных последовательностей. В последние годы такие геномные сканирования сделались главным направлением современной эволюционной и популяционной геномики. Геномное сканирование может варьировать от использования нескольких десятков или сотен маркеров до истинного геномного сканирования, путем полного секвенирования геномов. Наиболее успешно в этом направлении работает компания Affymetrix, которая запустила в продажу биочип, позволяющий идентифицировать присутствие в пище следовых количеств мяса от 12 видов млекопитающих, 5 видов домашней птицы и 16 видов рыб. Среди разработок этой компании имеется биочип, позволяющий выявлять мононуклеотидный полиморфизм (SNP) по 20 тысячам сайтам в различных участках геномов молочных и мясных пород крупного рогатого скота.

Геномное сканирование у сельскохозяйственных видов широко используется в последние годы для решения следующих основных задач: для определения параметров изменчивости внутри и между породами; для идентификации географической локализации отдельных популяций и/или перемешивания популяций с различным генетическим происхождением; для получения информации об эволюционных взаимоотношениях (филогенетические деревья) и выяснения центров происхождения и маршрутов миграции; для осуществления картирования генов, включая идентификацию носителей известных генов; для установления происхождения и генетических взаимосвязей (например, ДНК фингерпринт) внутри популяции; для поддержки генетического улучшения популяций животных с помощью маркеров; для создания ДНК хранилищ в целях исследований и хранения генетических ресурсов.

Благодаря развитию методов геномного сканирования появился новый термин — «геномная селекция», который привлек особое внимание в области разведения специализированных молочных пород крупного рогатого скота. В настоящее время под ним подразумевают использование ДНК матриц (ДНК биочипов) для

генотипирования около 50 тысяч мононуклеотидных замен (Single Nucleotide Polymorphism — SNP) для выявления геномных участков, генотипы по SNP которых ассоциированы с желательным проявлением характеристик молочной продуктивности.

По сути, это направление является продолжением работ по картированию главных генов молочной продуктивности, начатых в 1990 г с использованием генотипирования сначала десятков, затем сотен микросателлитных локусов, которые продолжаются и до сих пор, не смотря на получение достаточно противоречивых данных. Теперь такие поиски развиваются с использованием методов геномного сканирования, ДНК микроматриц (биочипов).

Термин «геномная селекция» подразумевает следующие этапы: 1) геномное сканирование с использованием десятков тысяч эталонных фрагментов ДНК (ДНК микроматриц) для выявления мононуклеотидных замен вдоль генома у разных животных; 2) выделение геномных участков с высокой плотностью SNP, генотипы которых ассоциированы с желательным проявлением совокупности хозяйственно ценных признаков; 3) создание ДНК микроматриц для генотипирования множества SNP, ассоциированных с желательным проявлением хозяйственно ценных признаков (предполагая, что они маркируют главные гены этих количественных признаков); 4) включения результатов такого множественного генотипирования по SNP в оценки племенной ценности с использованием методов геномного сканирования (genomic breeding values — GEBV).

На 2009 г. такой подход был проверен в США, Новой Зеландии, Австралии и Нидерландах на 650–4,500 (в разных странах) голштино-фризских быках, тестируемых по потомству, генотипированных по 50,000 SNP. Соответствие прогноза GEBV для юных быков без оценки потомства с далее полученными данными по потомству колебалось от 20 до 67%. К настоящему времени создана карта генов, участвующих в формировании самой молочной железы и молока на хромосомах крупного рогатого скота (лактом). Со сложностью признака может быть связана низкая информативность самого принципа картирования главных генов количественных признаков, в том числе и с использованием десятков тысяч SNP маркеров. К настоящему времени около 30000 быков голштинской породы генотипированы с использованием ДНК

микроматриц BovineSNP50 BeadChip компании Illumina, позволяющих генотипировать одновременно 54,001 SNP (~ один SNP на 50,000 пар оснований). Эти ДНК микроматрицы (чипы) позволяют выявить не только сцепленные с SNP маркеры, но и изменчивость по количеству копий соответствующих геномных участков, где локализованы SNP (copy number variations — CNV, включают делеции, дупликации, транслокации и инверсии). Предполагается, что спонтанные CNV возникают в среднем с частотой 1/10,000 пар нуклеотидов. Учитывая более высокую частоту встречаемости CNV, появились новые надежды на то, что это новое поколение маркеров полиморфизма различных участков геномной ДНК позволит увеличить разрешение самого процесса картирования главных генов характеристик продуктивности и, таким образом, существенно повлияет на успешность геномной селекции. На сколько полученные результаты с маркированием полиморфизма геномной ДНК уже с плотностью полиморфных маркеров 1/10,100 пар нуклеотидов позволит увеличить эффективность геномной селекции, пока остается неизвестным и, по-видимому, будут потрачены большие усилия для приближения к ответу на этот вопрос. Естественно предположить, что, поскольку изменчивость характеристик продуктивности сельскохозяйственных видов животных зависит от генотипической и паратипической компонент, картирование главных генов количественных признаков, вне зависимости от метода, будет иметь ограниченное значение для прямого использования только в определенных условиях окружающей среды и для конкретных генофондов. В то же время, можно ожидать, что геномные сканирования с использованием таких маркеров как SNP, CNV, позволит надежно решать вопросы установления центров доместикировки сельскохозяйственных животных, генеалогических взаимоотношений между породами, а также устанавливать породную принадлежность животных.

Таким образом, геномное сканирование позволяет продолжить картирование главных генов хозяйственно ценных признаков на основании оценок полиморфизма на генетических картах с высокой плотностью маркеров, что привело к развитию представлений о возможностях их использования в целях геномной селекции. Применение таких методов позволяет достаточно надежно исследовать

происхождение сельскохозяйственных видов животных, пути их расселения, генеалогические связи между породами и определять происхождение и породную принадлежность животных.

РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гордеев Ю. А.

РГУТиС

Спираль мирового экологического кризиса

На первых позициях в списке стран, приносящих наибольший урон окружающей среде — США и Китай.

Сегодня формируется воспроизводственная система нового, **шестого технологического уклада**, становление и рост которого будет определять глобальное экономическое развитие в ближайшие два—три десятилетия.

Точкой отсчета становления шестого технологического уклада следует считать освоение **нанотехнологий** преобразования веществ и конструирования новых материальных объектов, а также клеточных технологий изменения живых организмов, включая методы генной инженерии.

Завершится переход от «общества потребления» к «интеллектуальному обществу», в котором важнейшее значение приобретут требования к качеству жизни и комфортности среды обитания. Производственная сфера перейдет к **экологически чистым и безотходным технологиям**.

Технологии типа *от нано к био*

Использование технических наноконпонентов или систем для оптимизации биологических и биотехнологических процессов связано, в основном, со следующими областями практического применения:

— медицина и фармацевтика,

- **агротехника и производство продуктов питания,**
- экология и технологии, связанные с охраной окружающей среды,
- военные технологии.

Хотя во всех названных сферах уже получены весьма впечатляющие результаты исследования наноструктур, их будущая экономическая значимость может видаться по-разному.

В агрохимии и биотехнологии подходы типа *от нано к био* сводятся на сегодняшний день к разработке новых методов использования пестицидов и удобрений, а также к программированию клеток и выработке методов биологической борьбы с вредными веществами. В сфере технологии продуктов питания особый интерес представляет разработка совместимых методов очистки, методов оценки и оптимизации в производстве различных веществ. Инновационные экологические технологии включают в себя уничтожение, переработку или нейтрализацию вредных веществ, а также организацию экологически безопасных методов переработки отходов.

Технологии типа *от био к нано*

Самой фундаментальной, честолюбивой и долгосрочной целью в этом направлении остается использование биологических принципов и стратегий для производства технических наносистем.

Биологические объекты в процессе эволюции добились замечательной эффективности и оптимальности функций, использование которых могло бы стать основой новой научной революции в технике.

В целом, подход или стратегия *от био к нано* имеет высокую ценность в следующих направлениях:

- информационные и коммуникационные технологии;
- изучение и использование микротекучести;
- производство энергии;
- наноматериаловедение;
- общая теория нанобиологических методов.

Для общей стратегии развития в этой области представляет большой интерес тщательное изучение биологических принципов, систем и механизмов развития, особенно самоорганизации, само-

репликации и «саморемонта» развивающихся структур, основанных на базовых принципах **синергетики**.

Биологические системы с точки зрения синергетики

Биологические объекты различной сложности (клетки и ткани, органы, системы органов и организмы, биоценозы и экосистемы, вплоть до биосферы в целом), имеющие, как правило, несколько уровней структурно-функциональной организации.

Любая биологическая система является динамической — в ней постоянно протекает множество процессов, часто сильно различающихся во времени. В то же время биологические системы — открытые системы, условием существования которых служит обмен энергией, веществом и информацией как между частями системы (или подсистемами), так и с окружающей средой.

Сложные автономные (независимые от среды) движения биологических систем возможны благодаря множественности стационарных состояний биологической системы, между которыми могут совершаться переходы. В некоторых случаях новое состояние оказывается не стационарным, а автоколебательным, т. е. таким, в котором значения показателей колеблются во времени с постоянной амплитудой.

Риски и опасности агронанотехнологий

Используемые в настоящее время ГМО — это в основном **трансгенные растения**. Термин *трансгенные* означает, что в геном конкретного растения были внесены чужеродные гены, в большинстве случаев даже не из растительного организма.

Перспективы и преимущества агронанотехнологий

Основное преимущество их в том, что участники нанотехнологий — вещества, находящиеся в активном физико-химическом состоянии и доступные для *управления*. Изучение процессов взаимодействия растений и почвы и формирование оптимальных условий этого взаимодействия на наноуровне позволит существенно сохранить и повысить плодородие почвы и обеспечить управляемость экологической обстановки.

Для решения этих проблем крайне важно познание глубинных биофизических и биохимических процессов, протекающих в рас-

тениях при различных почвенно-климатических и агротехнических условиях, позволяющих использовать генетически детерминированные возможности растений противостоять неблагоприятным факторам и повышать свою продуктивность.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИОНИЗИРОВАННОГО ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГЕЛИЕВОЙ ПЛАЗМЫ

Гордеев Ю. А.

РГУТиС

Активными компонентами низкотемпературной плазмы, способными инициировать различные реакции, являются *свободные электроны, свободные атомы и радикалы* (СА и СР, *спиновая релаксация радикалов* является одним из основных процессов, определяющих вероятность рекомбинации), *возбужденные частицы, УФ-излучение* (преимущественно В-УФ), *слабые электромагнитные поля* и др.

В наших экспериментах при применении гелия в качестве рабочего газа плазматрона максимум сплошной составляющей находится примерно на участке длин волн 680–700 нм, что, согласно закону смещения, для теплового излучения соответствует температуре 4140–4262 К, а наиболее яркие линии излучения гелия — на длинах волн 294,5, 318,7, 388,9, 402,6, 447,1, 471,3, 492,2, 501,6, 587,6, 655,5, 667,8, 706,5 нм. Типичный спектр излучения изучаемых опытных плазмотронов сельскохозяйственного назначения СУПР-М и СУПР-К смешанный.

Очевидно, что в длинноволновой области спектра испускается, в основном, тепловое излучение, а в коротковолновой — излучение люминесценции атомов гелия и различных примесей.

Опытный плазмотрон сельхозназначения СУПР-М отличается от предыдущего промышленного более мощным источником питания, значительно большей площадью облучения, высокой стабильно-

стью работы, а также спектром излучения — особенно в областях 460–400 нм он близок к спектру весеннего солнца.

Оптические спектральные свойства семян растений изучались на базе: лаборатории биофизики СГСХА, кафедры «Оптико-электронные системы» Смоленского филиала МЭИ, ООО «Люмэкс» (Санкт-Петербург).

Нами проводились исследования спектральных характеристик гелиевой плазмы плазмотронов различной конструкции.

Спектральные характеристики плазмотронов определялись с помощью спектрометра, собранного на базе спектрофотометра СФ-4А, в котором установлен фотоумножитель ФЭУ-18. Источником высокого напряжения для фотоумножителя был высоковольтный выпрямитель с напряжением на выходе 600–3800 В.

Примененный режим работы обеспечивал регистрацию сигнала с точностью до 3%. Спектральная чувствительность установки имеет линейный характер в области 450–530 нм. По спектрам плазмотронов исследовался состав потока ионов и атомов в плазме.

Первый опыт был проведен в лаборатории биофизики Смоленской ГСХА. Плазмотроны работали в течение 1 часа 30 мин при силе тока, ионизирующего газ, 70 А, напряжении 24–28 вольт. Облучение проводилось в течение 40 сек. (постоянно), семена находились на расстоянии 80 см от сопла плазмотрона. Семена озимой ржи облучали в начале и конце работы плазмотрона, в центре и по краям плазменного пятна.

В эксперименте исследовались спектральные характеристики плазмотронов конструкции инженера А.С. Береснева (ПБ-1 — лабораторный (контроль), ПБ-2 — промышленный) и новые промышленные плазмотроны инженера А. А. Кулькова (ПК-3, ПК-4, ПК-5).

Исследование спектральных характеристик плазмотронов производственного назначения показало, что их максимум излучения лежит в области 510–520 нм, что соответствует $T = 5200–5300$ °К.

Изменение расстояния от плазмотрона до приемного устройства спектрометра не изменяют вида спектра. Регистрация спектра центральной части пятна и боковой части пятна излучения промышленного плазмотрона ПБ-2 показала, что происходят изменения в УФ-области спектра и ИК-области. Эти изменения оказывают существенное влияние на параметры прорастающих семян (табл. 1).

Влияние продолжительности работы плазмотрона и места отбора образца на длину проростков, суммарную длину корней и всхожесть семян озимой ржи

Вариант опыта		Длина проростков, см			Суммарная длина корней, см			Всхожесть, %		
		1	2	ср.	1	2	ср.	1	2	ср.
Плазмотрон ПБ-2	центр	6,44	8,25	7,35	32,89	25,13	29,01	90	60	75
	конец	8,23	6,56	7,40	50,94	40,67	45,81	80	90	85
	начало	7,75	6,65	7,20	43,34	40,14	41,74	80	60	70
	конец	7,53	8,14	7,51	43,03	36,43	39,73	80	70	75
Плазмотрон ПК-3	начало	9,63	8,45	9,04	44,30	51,85	48,08	80	60	70
	конец	9,39	10,77	10,08	54,70	57,53	56,12	80	60	70
	начало	9,79	8,45	9,12	54,47	55,88	55,18	70	60	65
	конец	7,55	9,36	8,46	40,13	63,53	51,83	80	70	75
Плазмотрон ПК-4	начало	9,00	8,00	8,50	45,63	38,30	41,97	80	50	65
	конец	7,55	8,50	8,03	50,67	39,00	44,84	100	70	85
	начало	6,49	5,50	6,00	43,63	32,94	38,29	90	80	85
	конец	9,50	9,13	9,32	53,97	41,35	47,66	90	80	85
Плазмотрон ПК-5	начало	7,65	7,41	7,53	45,36	43,89	44,63	80	70	75
	конец	9,42	8,69	9,06	49,02	52,75	50,89	60	80	70
	начало	9,39	9,70	9,55	57,67	53,38	55,53	90	90	90
	конец	7,96	7,18	7,57	45,23	43,15	44,19	80	60	70
Контроль — ПБ-1 (лабораторный)		8,00	7,40	7,70	41,43	37,7	39,57	80	50	65

Как видно из приведенных данных, лучшими оказались плазмотроны ПК-3 и ПК-5. Они превысили контрольный плазмотрон ПБ-1 на 33 и 23% соответственно.

СПОНТАННОЕ НАРУШЕНИЕ СИММЕТРИИ В ГРАФЕНЕ И КВАНТОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СПИНОВЫХ ВОЛН

Грачев Д. Д., Севастьянов Л. А.

Российский университет дружбы народов

Сегодня хорошо известна стандартная теоретическая модель спин-электронного строения однослойной графеновой пленки, которая была предложена в работе [1]. При этом в рамках данной модели не все экспериментально наблюдаемые свойства графена могут быть удовлетворительно объяснены. В целом ряде работ (см. например, [2]) описывается высокотемпературный ферромагнетизм, не порожденный ни одной из трех возможных причин: примеси, дефекты, границы. Нами предложена модель, в которой источником ферромагнетизма может являться спонтанное нарушение спиновой симметрии в графеновой пленке. Эта теоретическая модель подтверждается результатами квантовохимического численного моделирования.

Классическая полевая модель, описывающая спонтанно нарушенную симметрию, с необходимостью является нелинейной. Среди нелинейных моделей простейшей является широко известная $\lambda\phi^4$ модель. Мы полагаем [3, 4], что в первом приближении мы сможем описать с ее помощью интересные нас характеристики спиновых волн, их спектров в графене, ферромагнитной доменной структуры и других характеристик, имеющих значение для практических приложений.

Модель допускает кинковые и антикинковые точные решения и их квазисвязанные состояния (бризеры), которые мы промоделировали численно. Полученную численно энергию взаимодействия кинк-антикинк [3, 4] мы используем для численного решения уравнения Шредингера, моделирующего квантовую динамику бризеров,

лежащую в основе описания спиновых волн. В модели возникают квазисвязанные состояния кинк-антикинк, имеющие дискретный спектр. Это позволяет, в частности, ставить задачу создания инверсной населенности и осуществления квантовой генерации спиновых волн. При этом накачка активной области может быть реализована с помощью поверхностных плазмонов в графеновой пленке.

Предложенная модель имеет практическое значение с точки зрения создания наноразмерных спинтронных элементов и устройств терагерцового диапазона.

Список литературы

1. *Wallace P. R.* The Band Theory of Graphite // *Phys. Rev.* 71, 622–634 (1947).

2. *Wang, Y. Huang, Y., Song, Y., Zhang, X., Ma, Y., Liang, J., and Chen, Y.* Room-Temperature Ferromagnetism of Graphene // *Nano Lett.* 9, 220–224 (2009).

3. Grachev D. D. and Sevastyanov L. A. The Quantum Field Model of the Ferromagnetism in Graphene Structures. International Conference on Theoretical Physics «Dubna-Nano-2010». July 5–10, 2010, Dubna, Russia, p. 63.

3. Грачев Д. Д., Рыбаков Ю. П., Севастьянов Л. А., Шека Е. Ф. Ферромагнетизм в графеновых и фуллереновых наноструктурах. Теория, моделирование, эксперимент. — М.: Вестник РУДН. Серия «Математика, информатика, физика», 1, 2010, С. 22–27.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ МЕМБРАН

*Григоров В.В., Мартынов П.Н., Асхадуллин Р.Ш.,
Ягодкин И.В., Григорьев Г.В., Низавцев А.А., Ващенко Л.Б.*

*Государственный научный центр РФ —
Физико-энергетический институт им. А. И. Лейпунского*

Разработка технологии плазмохимического синтеза наноструктурных фильтрующих мембран открывает перспективы улучшения технико-экономических показателей (тонкость фильтрования,

эффективность очистки, стоимость единицы объема очищенной среды и др.) мембранной технологии очистки жидких и газовых сред. Разрабатываемые системы глубокой очистки жидкости или газа с использованием наноструктурных фильтрующих мембран компактны, обладают низкой энергоемкостью, просты в обслуживании, имеют значительный ресурс эксплуатации и др.

В работе представлены основные результаты по технологии плазмохимического синтеза наноструктурных мембран путем осаждения частиц эрозионной плазмы на пористые подложки и об опыте подготовки к производству фильтрующих элементов с наноструктурными мембранами.

Формирование наноструктурной фильтрующей мембраны на поверхности пористой подложки из пористого полиэтилена осложнено слишком большой разницей теплофизических свойств формируемой мембраны и подложки ($\lambda_{\text{мембр}} / \lambda_{\text{полиэт}} \sim 1,5 \cdot 10^5$, $T_{\text{полиэт}} = 95 - 105 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{плазмы}} \gg 1000 \text{ }^\circ\text{C}$). Разработанная технология плазмохимического синтеза позволила устранить эту сложность и сформировать на поверхности пористой подложки наноструктурную фильтрующую мембрану, имеющую следующие основные свойства: она плотно сцеплена с подложкой; не имеет макроповреждений; коррозионнотойкая в жидких средах; механически прочная; устойчивая к истиранию. Средняя толщина мембраны колеблется в интервале 7–12 мкм. Средний диаметр сквозных пор составляет 0,2 мкм, объемная пористость – 10–12 %.

Исследование поверхности мембран при увеличении 50000 показало, что они имеют структуру наномасштаба. Средний линейный размер субзерен равен 9–10 нм. Использование наноструктурных фильтрующих мембран позволило существенно улучшить технико-экономические показатели (тонкость фильтрования, эффективность очистки, стоимость единицы объема очищенной среды и др.) очистки жидких и газовых сред. Благодаря наноструктуре резко возросла пластичность неорганической мембраны, которая приобретает свойства гибкой керамики, сопротивление мембраны потоку по отношению к сопротивлению подложки составляет не более 13 %, а проницаемость фильтрующего элемента существенно превосходит мембраны с сопоставимым средним диаметром сквозных пор.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДИСПЕРСНУЮ СРЕДУ В УСТРОЙСТВАХ ФИЛЬТРАЦИИ ГАЗОВЫХ СРЕД ОТ АЭРОЗОЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*Гришин А. Г., Ягодкин И. В.,
Мартынов П. Н., Посажеников А. М.*

ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ»

Развитие фильтрующих материалов достигло своего предела. Оно шло по пути уменьшения размера фильтрующих волокон (рис. 1). Сегодня дальнейшее уменьшение размера волокон становится экономически невыгодным дорогостоящим мероприятием. Можно нарастить «наноусы» на волокнах фильтрующего материала, но пока не существует технологий, которые позволили бы сделать это в промышленных масштабах и по конкурентной цене с уже

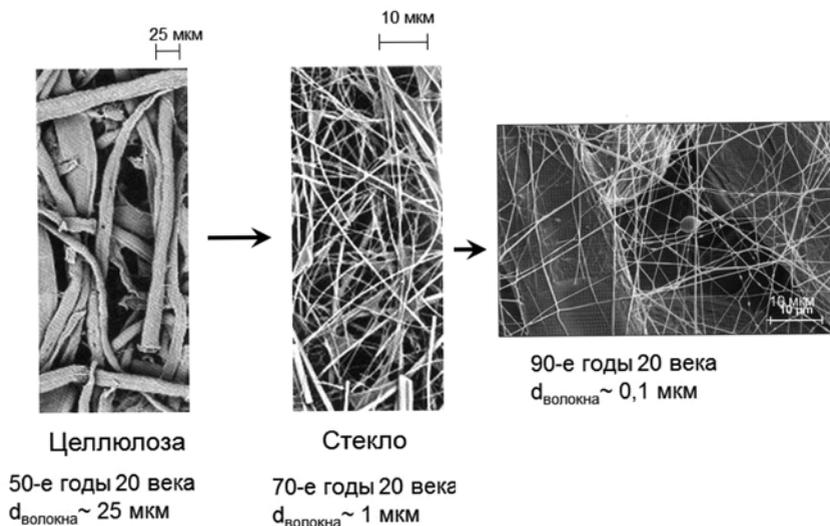


Рис. 1. Этапы развития фильтрующих материалов.

использующимися высокоэффективными фильтрующими материалами. В связи с этим актуальна проблема поиска других путей развития фильтрации не за счет уменьшения размеров волокон фильтрующего материала, а за счет изменения свойств фильтруемой среды, воздействуя на нее различными методами.

Существует огромное количество методов очистки аэрозолей, использующих различные воздействия на очищаемую среду: механическая очистка газов, включающая в себя сухие и мокрые методы (гравитационное осаждение, инерционное осаждение, центробежные методы очистки газов, насадочные скрубберы, скрубберы Вентури, центробежные скрубберы), электростатическая очистка газов, но не один из перечисленных методов не подходит для улавливания наноразмерных аэрозольных частиц. Для улавливания наноразмерных аэрозольных частиц предлагается использовать метод электрофизического воздействия на дисперсную среду с последующим улавливанием наноаэрозольных частиц на высокоэффективном фильтроматериале.

Метод электрофизического воздействия на дисперсную среду основан на создании заряда на частицах с целью их последующего более эффективного улавливания высокопористой фильтрующей средой.

Были проведены экспериментальные исследования влияния аэроионизации на эффективность улавливание аэрозольных частиц диаметром 0,2–0,3 мкм грубым фильтрующим материалом (класс G1), в ходе которых определены оптимальные характеристики электродной и фильтрующей системы, при которых может быть обеспечено эффективное улавливание аэрозольных частиц из воздушного потока. Максимальная эффективность обеспечивается фильтрующей системой, состоящей из полиэфирного фильтроматериала, металлической сетки и металловолокна, в которой последовательным расположением диэлектрических и проводящих элементов достигается возможность задействовать максимальное количество физических механизмов захвата заряженных аэрозольных частиц. Среди рассмотренных электродных систем максимальная эффективность (снижение проскока до 10 %) достигается при использовании пилообразных электродов. Найдены оптимальные для эффективного улавливания аэрозольных частиц межэлектродные расстояния и диапазон питающего высокого напряжения.

Проведенные экспериментальные исследования показали положительный результат применения аэроионизации, за счет чего удалось увеличить эффективность улавливание аэрозольных частиц диаметром 0,2–0,3 мкм на грубом фильтроматериале с 5% до 90%.

В настоящее время активно развиваются нанотехнологии и производство наноматериалов, которые требуют внедрения нового фильтрационного оборудования, в частности, аэрозольных фильтров, способных обеспечить очистку воздушных сред от наноразмерных аэрозолей различного происхождения.

Полученные результаты показали эффективность применения аэроионизации для улавливания аэрозольных частиц диаметром 0,2–0,3 мкм. При подборе оптимальных параметров, влияющих на эффективность улавливания аэрозолей из воздушного потока, при использовании аэроионизации можно добиться улавливания наноразмерных аэрозольных частиц из воздушного потока.

ОСОБЕННОСТИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ АГРЕГАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

*Громаковский Д. Г.¹, Макарьянц М. В.²,
Карпунин М. В.¹, Шигин С. В.¹*

¹ Самарский государственный технический университет

² Самарский государственный аэрокосмический университет

В современном машиностроении при создании узлов трения [1, 2] и др. внимание разработчиков акцентируется на том, что наиболее существенные результаты повышения их технического уровня связаны с применением современных технологий, формирующих свойства тонких поверхностных слоев на микро и наномасштабном уровне.

Адекватная реакция на данную ситуацию наблюдается и в сфере разработки средств и методов исследования поверхностей [3, 4, 5] и др., в которых отмечается развитие путей и средств исследования модифицируемых слоев на микро и наноуровнях, выделяемых из

классической трибологии (макротрибологии) как микро и нанотрибология.

В представляемом докладе рассмотрены способы, повысившие стабильность трения узлов клапанных систем, работающих в системе агрегатов ракет-носителей и космических аппаратов. Рассмотрены особенности пассивации поверхностных дефектов методом диффузионного молекулярного армирования поверхностей трения. Наиболее существенные результаты применения этого способа — повышение предельной нагрузки схватывания на 14...28 %. В докладе рассмотрены особенности технологии молекулярного армирования.

Вторым элементом доклада являются результаты формирования фторсодержащих антифрикционных пленок на поверхностях мелко модульных зубчатых редукторов, работающих в условиях космоса без смазки.

Образование защитной пленки производится в процессе обкатки редукторов в обкаточном масле, содержащем фторированный графит типа $(CF_x)_n$ и поверхностно-активные присадки.

При обкатке частицы фторированного графита расслаиваются, атомы фтора, расположенные на межслойных связях, опережая действие кислорода, вступают в химическое взаимодействие с активизируемым трением металлом поверхностей и образуют пленки типа «металл-фтор», а в частности, FeF_3 .

Образованные пленки обладают повышенной износостойкостью и минимизируют сухое трение.

В качестве одного из способов оценки характеристик состояния изнашиваемых поверхностей в докладе приводятся методика и результаты применения созданного в СамГТУ склерометрического программно-аппаратурного комплекса, отвечающего микромаштабному размерному уровню.

Склерометрический программно-аппаратурный комплекс рассчитан на оценку состояния поверхностей по глубине до 3×10^{-6} мм.

Склерометрирование производится с помощью алмазной пирамидки Виккерса.

Основными характеристиками, получаемыми при склерометрировании, являются удельная работа деформации ($U_{\text{деф}}$, кДж/мм³), энергия — $U_0(\sigma, T)$, кДж/моль, структурно-чувствительный коэф-

фициент — γ и микротвердость — $H\mu$. В докладе приведены результаты исследования изнашиваемых материалов ряда поверхностей.

Список литературы

1. Колесников В. А. Расчет, конструирование и функционирование узлов трения / Трение и смазка в машинах и механизмах / В. А. Колесников, Н. А. Мясников, В. П. Сергиенко [и др.]. 2009. №5. — С. 23–30.

2. Куксенова Л. М. Влияние микроплазменной обработки на свойства поверхностного слоя образцов из конструкционных сплавов / Трение и смазка в машинах и механизмах / Л. М. Куксенова, В. Г. Лаптева, В. А. Иванов, М. Е. Коныжев. 2009. №5. — С. 10–16.

3. Буяновский И. А. Нанотрибология: некоторые тенденции развития / Трение и смазка в машинах и механизмах / И. А. Буяновский, З. В. Игнатьева, М. М. Хрущев [и др.]. 2008. №1. — С. 39–43.

4. Головин Ю. И. Наноидентирование и его возможности характеристики физико-механических свойств материалов / Трение и смазка в машинах и механизмах / Ю. И. Головин. 2007. № 11. — С. 24–35.

5. Петржик М. И. Современные методы оценки механических и трибологических свойств функциональных поверхностей. материалы международной научно-технической конференции / М. И. Петржик, Д. В. Штанский, Е. А. Левашов. — М.: ОАО ЦНТИ «Техномаш», 2001. — С. 311–318.

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ РЕЧНЫМ ПЕСКОМ

Давыдов С. В.

Брянский государственный технический университет

Леонов В. С.

ЗАО НПО «Квантон»

Для формирования функциональных поверхностных слоев (покрытий) на сплавах применяют традиционные технологии — цементацию, азотирование, борирование, различные виды напы-

лений (газопламенное, электродуговое, плазменное, вакуумное), лазерное легирование, ионное плакирование и многие другие. К базовым признакам любого покрытия следует отнести наличие структурно-фазового и химического состава, отличного от основы, на которую нанесено покрытие.

Движущей силой всех процессов нанесения покрытий при взаимодействии компонентов наносимого покрытия и компонентов основы является *диффузия*, т. е. взаимное перемещение атомов на такие межатомные расстояния, на которых запускается процесс образования связей или инициируется полевое взаимодействие, формирующие либо химическое соединение заданного состава, либо твердый раствор. Любой диффузионный процесс требует *конечного* времени.

Максимальная скорость диффузионных процессов наблюдается в жидкой или твердо-жидкой фазе. В этом случае наличие расплавленной реакционной фазы контактирующих веществ обеспечивает одновременное разрушение структурных связей и развод атомов, что препятствует восстановлению исходных связей, а также интенсивное перемешивание атомов за счет активной диффузии.

Одним из современных перспективных направлений является получение материалов механохимическими реакциями или механосинтезом. Основой механосинтеза является механическая обработка твердых смесей, в результате которой происходят измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос и осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне, активируется химическое взаимодействие твердых реагентов.

В результате механического воздействия в приконтактных областях твердого вещества создается поле напряжений. Релаксация поля напряжений может происходить путем выделения тепла, образования новой поверхности, образования различных дефектов в кристаллах, возбуждения химических реакций в твердой фазе. Преимущественное направление релаксации зависит от свойств вещества, условий нагружения (мощность подведенной энергии, соотношение между давлением и сдвигом), размеров и формы частиц. По мере увеличения мощности механического импульса и времени воздействия происходит постепенный переход от релак-

сации путем выделения тепла к релаксации, связанной с разрушением, диспергированием и пластической деформацией материала и появлением аморфных структур различной природы. Наконец, каналом релаксации поля напряжений может быть химическая реакция, инициируемая разными механизмами. Среди таких механизмов – прямое возбуждение и разрыв связи, которые могут реализоваться в вершине трещины; локальный тепловой разогрев; безызлучательный распад экситонов и др.

Однако анализ процессов механосинтеза показывает, что движущей силой процесса формирования новых фаз и структур также является разрыв атомных связей в кристаллических решетках контактируемых тел через их пластическое деформирование и последующее разрушение.

Задачей настоящих исследований является реализация условий, при которых сближение разнородных атомов для их взаимодействия могло бы осуществляться без их предварительного развода (разрушения атомных связей), без диффузии (перемещения атома на заданное расстояние) и образования новых поверхностей раздела между фазами и структурами взаимодействующих компонентов.

Выполнение указанных условий возможно только в одном случае — когда кристаллическая «решетка» одного вещества вдвигается, «вкладывается», в кристаллическую «решетку» другого вещества *целиком*. В этом случае разрушение кристаллического тела не наблюдается — атомы сдвигаются относительно центров равновесия незначительно (доли процента от размера осевых единиц) и в то же время *мгновенно* возникают условия необходимого сближения структурных элементов для формирования новых связей, а, следовательно, новых кристаллических фаз и структур.

Для реализации условий «вкладывания» одной атомной решетки в другую разработана пневматическая установка* порционно-непрерывной динамической имплантации микродоз кристаллических тел на поверхность обрабатываемого материала со скоростью до 1 км/с.

Проведена высокоскоростная динамическая имплантация поверхности углеродистой стали (сталь 20) речным песком (окись

* Идея и реализация к.т.н. Леонова В.С.

кремния). Установлено образование под поверхностью стального образца тонкого слоя, предположительно, силицидов железа.

Обсуждаются некоторые вопросы формирования получаемой структуры и особенности взаимодействия частичек песка со сталью. Вероятно возникновение на фронте ударной волны и межфазной поверхности песок-сталь структурных наноэффектов.

ТЕХНОЛОГИЯ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗО-УГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

Давыдов С.В.

Брянский государственный технический университет

Любые системы, существующие в материальном и общественном мире — космические, биологические, общественные, системы сплавов в жидком и твердом состоянии, системы на макро- и микроуровне — имеют ярко выраженную иерархию своей структурной организации. Строение каждого структурного уровня системы определяется его энергетическим состоянием. При изменении энергетического состояния заданного структурного уровня меняется и структурное состояние всей системы. Обсуждается модель структурной организации железоуглеродистых расплавов, т.е. чугунов и сталей.

Структурную основу данной системы определяет углерод, который способен к формированию различных полимерных структурированных образований, от плоских полициклических кластеров до объемных фуллереновых наночастиц, на любом масштабном уровне системы. Углерод обладает фактически неограниченными возможностями диссипации энергии в открытых динамически неравновесных системах различного класса с образованием адаптированных диссипативных самоорганизующихся иерархических структур на базе фуллеренов с магическими числами и других углеродных образований. Углерод может находиться: в атомарном состоянии (уровень 1); в виде стабильных кластеров (уровень 2); в

виде сферических молекул — фуллеренов (уровень 3); фуллерены могут включать в свою структуру дополнительные элементы, образуя эндоэдральные структуры (уровень 4); фуллерены, кластеры и эндоэдры образуют наночастицы (уровень 5). Рассмотренные структурные уровни определяют *наноструктурное* строение расплава. Далее: наночастицы формируют фрактальные агрегаты (уровень 6); фрактальные агрегаты являются строительным материалом для включений графита (уровень 7). Рассмотренные структурные уровни определяют *макроструктурное* строение расплава.

Исходя из новых положений, жидкий чугун следует рассматривать как однофазную систему, которая является углеродно-железистым полимером, структурными базовыми элементами которого являются фуллерены и углеродные наночастицы на их основе. «Наследственно» жидкий чугун как полимерная система «модифицирован» фазой неметаллических включений, преимущественно окислов и сульфидов, образованных на базе растворенных в чугуне кислорода и серы, активизация которых определяется процессами адсорбции углеродных наноструктур на поверхность раздела неметаллическое включение-расплав.

Обсуждаются технологические процессы управления структурным состоянием различных типов чугунов при их обработке наномодификатором на основе ПАЭ Va и VIa подгрупп таблицы Менделеева и других элементов.

Предлагается новая классификация процессов модифицирования железо-углеродистых сплавов.

ТРИБОЛОГИЯ КАК «КЛОНДАЙК» МИРОВОГО НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЫНКА

Деулин Е. А.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, МТ-11, e-mail: deulin@bmstu.ru

Особенностью многих отраслей современной науки и техники является узкая специализация, что часто ведет к непониманию ими проблем смежных отраслей и деградации их развития. Это явление

ние, не новое для развития общества (сравним со строительством Вавилонской башни), продолжается и в наши дни, несмотря на появление таких прогрессивных технологий как **нанотехнологии**, нефтегазовые, ядерные и др. Рассмотрим его на примере так называемого «сухого трения», используемого в различных машиностроительных технологиях, в частности: 1) в вакуумных технологиях электронного машиностроения, 2) технологии механической обработки стальных изделий, 3) технологии транспортировки газа в магистральных газопроводах, 4) технологии получения экологически чистого автомобильного топлива, 5) ядерных технологиях.

Обсуждаемые представления зародились у автора в области вакуумных технологий [1, 2], когда реализация технологических процессов в вакууме потребовала глубоких представлений о **наномеханике** и физике процесса трения, которые помогли автору разработать как новый способ [3], так и устройство [4] для контроля состояния механизмов, работающих в вакуумных установках. Представления о физике процессов на контактирующих поверхностях при «сухом» трении были разработаны автором в 1996 и впервые представлены в 1997 г. [5]. Первые эксперименты показали хорошее соответствие результатов [6] с теорией. Разрабатываемая теоретическая модель физики процессов, происходящих на поверхностях при «сухом» трении, была представлена в 2004 г. на 1 Международном Трибологическом Конгрессе [7] и воспринята как инструмент для практического использования.

Рассмотрим возможности создаваемых представлений по направлениям, развивающимся на мировом рынке.

1. В вакуумных технологиях предлагается использовать «Сверхширокодиапазонный датчик измерения вакуума», основанный на использовании **наномасштабных** процессов [2, 5], предсказанных и затем полученных автором более 15 лет назад.

2. В технологиях механической обработки и прокатки металла предлагается использовать методы снижения скорости наномасштабной диффузии водорода, логически вытекающие из создаваемой теории [1, 2, 7], но пока используемые специалистами отрасли лишь интуитивно.

3. В технологиях транспортировки газа специалисты РГУ им. Губкина первоначально критически относились к идее использо-

вания физики процесса трения газа о стенку трубопроводов [8], пока не согласились с методикой нового запатентованного автором способа диагностики магистральных трубопроводов [9]. Европейские фирмы уже продемонстрировали интерес к использованию их оборудования (ВИМС анализа) для диагностики создаваемых «Северного» и «Южного» газовых потоков.

4. В патентуемой автором сейчас технологии получения экологически чистого автомобильного топлива предложено [10] использовать физические особенности **наномасштабной** механики и физики процесса трения для энергетического обогащения создаваемого экологически чистого топлива. Этой проблеме посвящены ежегодные конференции европейских автомобилестроителей в Esslingen (Германия).

Новизна и эффективность предлагаемых способов управления наводораживанием заключается в возможности единого представления о характере уже полученных и казавшихся различными результатов, в виде единой функции коэффициента покрытия поверхностей сорбатом вместо ранее созданных (функций температуры, вакуума, относительной влажности, шероховатости поверхностей, химического состава материалов пары трения и др.)

Показано, что природа так называемого «сухого» трения комплексна и включает различные составляющие [5, 11] как на нано, так и на молекулярном уровнях.

Результаты демонстрируют хорошее совпадение результатов самых различных авторов, считавших свои результаты разными (и, естественно, новыми) до проделанного нами перерасчета их данных, поэтому создаваемая теория помогает нам вылечить «разноязыкость» специалистов разных отраслей, о которой упоминалось в начале.

Внешняя разноплановость представляемых и проанализированных автором результатов, например, способа измерения вакуума, диагностики магистральных газопроводов, способа создания автомобильного топлива, накопления изотопов водорода, именно из-за своего «сумашествия» сулит удачу инвесторам (возможно, нероссийским, застолбившим лакомый участок), планирующим реализацию новых нанотехнологий в области

наномеханики и физики трения, как это уже было в области добычи золота на некогда Российском «Клондайке» .

Список литературы

1. Механика и физика точных вакуумных механизмов, в двух томах / под ред. Деулина Е.А. Т. 1. — Владимир, 2001. — 176 С. Т.2, М.: НПК «Интелвак»-Вакууммаш, 2002. — 175 с. — 152 с.
2. Mechanics and Physics of Precise Vacuum Mechanisms / Deulin E. A. et. al. / Springer edition. 2010. 234 pp.
3. Патент РФ. № 316.744. С2. БИ № 4. от 10.02.2008. Деулин Е. А. Способ измерения вакуума
4. Патент РФ. №2.263.886. С2. БИ №31 от 10.11.2005 Деулин Е. А и др. Фрикционный Вакуумметр.
5. Deulin E.A. Exchange of gases at friction in vacuum// ECASIA '97.- John Wiley & sons, Nov. 1997. P. 1170—1175.
6. Deulin E. A., Nevshoupa R. A. Hydrogen Dissolution into Ball Bearing Due To Its Rotation In Vacuum. Applied Surface Science, 144—145, (1999), p. 268—268.
7. Deulin E. A. The Role of Adsorbed Water Film For Sliding Friction of Smooth and Rough Surfaces./ Tribology Science and Application/. Proceed. Of the Review Conf. Vienna. 2004. P. 115—135.
8. Деулин Е. А., Машуров С. С., Мирзоев А. М., Мирзоев А. М. Исследование причин появления «водородной болезни» в материале труб магистральных газопроводов и разработка вакуумных методов их устранения / Конверсия в Машиностроении. Т. 3(82) 2007. — С. 32—36
9. Патент РФ. № 2391601 Способ определения остаточного ресурса металла магистрального газопровода от 21.07.2008
10. Заявка на патент РФ № 2010 137 824 от 13.09.2010 Способ получения наноструктурированного топлива.
11. Deulin E. A., Gatsenko A. A., Loginov A. B. Friction Force Of Smooth Surfaces Of SiO₂—SiO₂ As A Function Of Residual Pressure.-Surface Science, 433—435, 1999. P. 288—292.

Благодарность автора

Автор благодарит Федеральное агентство по образованию РФ за поддержку работ, выполненных в соответствии с государственным контрактом на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд №П2421 от 19 ноября 2009 г.:

«Создание новых методов и приборов, основанных на наномеханике и физике сухого трения для предотвращения техногенных катастроф в электронике, газотранспортных системах, ядерной технике», в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ГРАНИЦ РАЗДЕЛА (АДГЕЗИИ) В МИКРО- И НАНОСИСТЕМАХ

Евдокимов Ю. М., Лопатников М. В.

*Московский государственный университет леса,
Москва, Россия evdokur@mail.ru*

В работе рассмотрены адгезионные явления — спутники таких процессов и производств, как нанолитография, Ink-литография, получение гетерогенных структур, тонких пленок (Beam-технологии), биочипов, роботов, сенсоров, взаимодействий типа «ключ-замок», манипулирование атомами и молекулами при работе на растровых микроскопах с привлечением достижений бионики и биомиметики.

Показано, что основные закономерности при нарушении адгезионного контакта (АК) макросистем имеют место и при нарушении микро- и наноконтактов тонких пленок, проволок и частичек с различными подложками (зависимость адгезионной прочности — АП от скорости нарушения АК, образование гофр, тяжей, генерирование электромагнитного излучения). О механизме адгезии можно говорить для конкретной системы адгезив — подложка с учетом всех возможных взаимодействий (химические, межмолекулярные, водородные связи, силы Казимира, капиллярный эффект, пондеромоторные силы электростатического поля, роль поверхностного натяжения и т. п.).

Анализируя сцепление и перемещение насекомых и животных (пауки, мухи, ящерицы (гекконы), жуки-листоеды, муравьи-ткачи,

пчелы и т. д.) по гладким вертикальным поверхностям и даже потолку, выявлены основные закономерности процесса: во всех случаях сцепление (АК) обеспечивается за счет наличия на лапках указанных особей огромного количества волосков — щетиночек (различных по длине, диаметру, частоте укладки — расположения) с утолщениями на конце (площадочки, диски, лопаточки). Создание (сцепление) и нарушение АК происходит лишь за счет изменения «геометрических параметров» контакта указанных устройств (щетиночек — площадочек) с подложками: угол отслаивания, сила прижима к подложке и т. п. С целью большей надежности природа предусмотрела дополнительное дублирование прочного сцепления лапок (наличие клейкого слоя и коготков) насекомых и животных с гладкими и шероховатыми поверхностями, так как природа унифицирована (не любит множить сущности), экологична, экономична, надежна и при минимальной затрате материалов обеспечивает максимальные прочностные характеристики, к примеру, АП, да еще с возможностью обратимости процесса прилипания — отлипания.

Такие же «элементы-устройства» обеспечивают и антиадгезию (отталкивание), что замечено при анализе передвижения водомонок, жуков-вертячек, москитов по поверхности воды или проявление лотос-эффекта (листья многих растений содержат волосинки или бугорки, покрытые «воскоподобными» веществами). Переход слипание — отлипание происходит так же за счет изменения геометрических характеристик и формы «элементов-устройств» на ногах (лапках) животных, насекомых, листьях растений.

Заимствуя (inspired) у природы накопленный адгезионный опыт, удалось создать нетоксичные сухие адгезивы, работающие по принципу лент липучек, технологии с устройствами типа «нанолес, нанотрава» (не только с использованием УНТ-конструкций) с повышенными значениями АП, предложить новые способы оценки АП (патенты России на полезные модели по заявкам No 2009111619/22, 2011102501/28 и другие различные электроадгезионные устройства (прижимы, захваты, крепежные устройства, compliant электроадгезионные роботы) для бесклевого сцепления сцепления твердых тел). Биомиметика и frontier (пограничные, продвинутые) исследования могут явиться основой для перехода

к шестому технологическому укладу при создании новых адгезивов и технологий сцепления твердых тел (к примеру, КНИ или SOI-технология в электронике — ее сравнивают по значимости с открытием транзисторов), начало которым проложила Ленинградская школа (ЛЭТИ) профессора В. Н. Таирова в середине 60-х годов прошлого века.

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ФАСОННОГО ПРОКАТА

*Ефимов О. Ю.¹, Юрьев А. Б.¹, Громов В. Е.²,
Костерев В. Б.¹, Коновалов С. В.²*

*¹ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»
e-mail: efimov_oyu@szmk.ru*

*²Сибирский государственный индустриальный университет,
e-mail: Gromov@physics.sibsiu.ru*

Для разработки и производства металлопродукции с высокими потребительскими свойствами необходимо знание закономерностей формирования структурно-фазовых состояний при деформационных, термических, других технологических воздействиях. В последнее время технологии принудительного охлаждения с температуры конца прокатки начинают применяться при производстве фасонных профилей, что обеспечивает повышение прочностных свойств при использовании экономнолегированных марок сталей.

Ранее нами в работах [1–3] установлены количественные закономерности формирования структуры, фазового состава и механических свойств в разных сечениях двутавра ДП 155 при ускоренном охлаждении в различных режимах (скорость прокатки 4,5–6,0 м/с; температура проката после третьей клетки 1050–1160 °С; температура проката при поступлении на холодильник 690–970 °С; давление воды на подводах УУО 1,5–3,5 атм.). Разработан оптимальный режим

термомеханического упрочнения, обеспечивающий получение механических свойств на уровне класса 345 по ГОСТ 19281 и эффект за счет экономии дорогостоящего ванадия.

В настоящей работе методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии выполнен анализ формирования наноразмерных фаз при термомеханическом упрочнении двутавровой балки из стали 09Г2С.

Формирование наноразмерной фазы в нелегированных (экономно-легированных) промышленных сталях в условиях термо-силового воздействия (механической, термической, термомеханической и механико-термической обработках) возможно при реализации целого ряда процессов, основным элементом которых является преобразование карбидной подсистемы.

Во-первых, при диспергировании цементитных пластин перлитных колоний путем разрезания их движущимися дислокациями. Во-вторых, при растворении пластин цементита перлитных колоний и повторном выделении частиц цементита на дислокациях, границах блоков, субзерен и зерен. В-третьих, при распаде твердого раствора углерода α -железе, формирующегося в условиях ускоренного охлаждения стали («самоотпуск» мартенсита). В-четвертых, при допревращении остаточного аустенита, присутствующего в структуре «бескарбидного» бейнита с образованием α -железе, формирующегося в условиях ускоренного охлаждения стали («самоотпуск» мартенсита). В-пятых, при допревращении остаточного аустенита, присутствующего в структуре «бескарбидного» бейнита с образованием α -железа и частиц цементита. В-шестых, при реализации диффузионного механизма $\lambda \Rightarrow \alpha$ превращении в условиях высокой степени деформации и высоких температур обработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (гос. контракт № П332) и РФФИ (проект 10-07-00172-а).

Список литературы

1. Белов Е. Г. Влияние ускоренного охлаждения на формирование структурно-фазовых состояний и механических свойств двутавра / Е. Г. Белов, В. Я. Чинокалов, Л. М. Полторацкий [и др.] // Проблемы черной металлургии и материаловедения. — 2009. — № 3. — С. 62–68.

2. Белов Е. Г. Формирование геометрических размеров и механических свойств двутавровой балки для шахтных монорельсовых дорог / Е. Г. Белов, О. Ю. Ефимов, Л. М. Полторацкий [и др.] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. — 2009. — № 12. — С. 18–21.

3. Белов Е. Г. Формирование структуры и механических свойств при ускоренном охлаждении двутавровой балки / Е. Г. Белов, Л. М. Полторацкий, О. Ю. Ефимов [и др.] // Известия ВУЗов. Черная металлургия. — 2010. — № 2. — С. 33–37.

ПЕРСПЕКТИВЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЦЕНТРА В ОБЛАСТИ НАНОБИОТЕХНОЛОГИЙ

Иванов А.А.

*Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности Минсельхоза России*

Научно-технический прогресс связан с внедрением новых технологий и материалов, которые вносят технологические и экономические изменения в жизнь общества.

Одним из Центров нанобиотехнологии является федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань), являющийся головным научным учреждением Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по обеспечению токсикологической, радиационной и биологической безопасности России, созданный в 1960 году. Центр имеет высокий квалифицированный научный потенциал: 25 докторов и 75 кандидатов наук, а лаборатории оснащены уникальным научным оборудованием отечественного и зарубежного производства. Особое внимание в учреждении уделяется развитию нанобиотехнологии, на основе которой разрабатываются, производятся и выпускаются новые лекарственные средства. Центр определен в качестве научной базы, депонирующей штаммы особо опасных микроорганизмов.

Уникальные научные исследования в Центре направлены на разработку и совершенствование методов и средств диагностики,

профилактики и лечения при токсикозах, радиационных поражениях и особо опасных инфекционных заболеваниях, улучшение экологической обстановки в России. Основными направлениями научной работы являются оценка токсикологической, радиационной и эпизоотической ситуации на территории Российской Федерации, в том числе в экологически неблагоприятных регионах и при чрезвычайных ситуациях; разработка системы организационно-технических мероприятий по охране территории Российской Федерации от заноса и распространения токсикантов, радионуклидов и возбудителей особо опасных инфекционных заболеваний животных; разработка средств и методов оценки качества и безопасности продукции животного и растительного происхождения, кормов и окружающей среды.

Многообразие направлений, по которым ведутся научно-исследовательские работы, включает в себя исследования по получению наночастиц генно-инженерных протеинов, разработку биочипов и экспресс тест-системы для биологического скрининга, иммунологического мониторинга и прогнозирования особо опасных инфекционных заболеваний и оценки биобезопасности продукции, разработку экологически безопасной технологии утилизации органических отходов. Особое место в исследованиях Центра занимает создание сырьевой и элементной базы наноматериалов и биочипов и разработка методов контроля молекулярно-генетического анализа и наноматериалов, разработка тест-систем на основе био- и нанотехнологии для индикации токсинов, продуцируемых микроскопическими грибами (Т-2 токсин, афлатоксины) и бактериями методом ИФА в сырье животного происхождения, пищевых продуктах и кормах, расширение и развитие коллекций паспортизированных микроорганизмов патогенов животных и криобанка перевиваемых культур и клеток животных для обеспечения прикладных и исследовательских работ в области нанобиотехнологии, разработка наноструктурных сорбентов и иммуннопротекторов (химического и биологического генеза) для защиты и лечения от токсических и радиационных поражений в условиях чрезвычайных ситуаций и др.

Получение продукции на основе нанобиотехнологии является одним из приоритетных направлений развития нашего Центра.

**НОВЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ
ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ
И ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ НА ОСНОВЕ
НАНОРАЗМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПОРФИРИНОВЫХ
ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ С АМФИФИЛЬНЫМИ
ПОЛИМЕРАМИ И НАНОЧАСТИЦАМИ**

Иванов А.В.¹, Соловьева А.Б.², Хлебцов Н.Г.³

¹ *Учреждение Российской академии медицинских наук
Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина
РАМН, e-mail: ivavi@yandex.ru*

² *Учреждение Российской академии наук
Институт химической физики им. Н. Н. Семенова
РАН, e-mail: anna@polymer.chph.ras.ru*

³ *Учреждение Российской академии наук Институт биохимии
и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
e-mail: khlebtsov@ibppm.sgu.ru*

Метод фотодинамической терапии (ФДТ) был разработан первоначально для лечения злокачественных новообразований и основан на применении селективно накапливающихся в раковых клетках порфириновых фотосенсибилизаторов (ПФС), которые при освещении в полосах поглощения активируют молекулярный кислород до активного синглетного $^1\text{O}_2$ состояния. $^1\text{O}_2$ окисляет клеточные компоненты и инициирует каскад процессов, приводящих к гибели раковых клеток, накопивших фотосенсибилизатор. Люминесцентные свойства ПФС используются в диагностике для выявления патологических очагов, накопивших фотосенсибилизатор.

В настоящее время ФДТ начали применять для лечения гнойных, долго незаживающих ран и трофических язв. Важным преимуществом ФДТ при лечении инфицированных ран является возможность воздействия на устойчивые к действию антибиотиков штаммы бактерий. Нами было обнаружено, что локальное использование ПФС, иммобилизованных на некоторых типах ам-

фифильных полимеров (АП) позволяет значительно увеличивать эффективность ФДТ. Методами атомно-силовой микроскопии и динамического рассеяния света установлено, что полученные модели лекарственных форм представляют наноразмерные комплексы, размером от 10 до 200 нм, зависящими от природы составляющих компонентов. Предложен механизм влияния полимеров на эффективность ФС.

Проведены эксперименты *in vitro* на клеточных культурах и *in vivo* на лабораторных животных и показано, что комплексы ПФС-АП в десять и более раз активнее исходных порфиринов, что позволяет снизить терапевтические дозы используемых ПФС. При этом наблюдалось уменьшение количества отдаленных метастазов у лабораторных животных при воздействии на поверхностные опухоли. Показано, что эффективность комплексов при воздействии на опухоли разной природы определяется в первую очередь природой полимера. Проведенные пилотные клинические испытания показали высокую эффективность созданных композиций в лечении долго незаживающих ран и ожогов. Предложен высокоэффективный способ лечения гнойных заболеваний мягких тканей, который позволяет предотвращать развитие вторичных некрозов и рост остаточной микрофлоры, обеспечивает стимулирование репаративных процессов и сокращает в 1,5–2 раза сроки лечения обширных гнойных ран.

В докладе будут представлены также впервые созданные в этом году композитные наночастицы, состоящие из золото-серебряных наноклеток, покрытых мезопористой оболочкой из двуокиси кремния и функционализированных фотосенсибилизатором дикалиевой солью Yb–2,4-диметоксигематопорфирина IX (около 1500 молекул на частицу). Технология синтеза позволяет контролировать размер наноклеток в диапазоне 40–60 нм и толщину силикатной оболочки от 20 до 100 нм. В дополнение к плазмонному резонансу в области 750–800 нм композитные наночастицы имеют дополнительный пик поглощения около 400 нм, соответствующий свободному Yb-гематопорфиру, и характерные полосы видимой флуоресценции от самой порфириновой матрицы в красной области спектра. Наличие дополнительной полосы люминесценции иона Yb³⁺ в ИК-области 900–1100 нм используется для контроля накопления

и биораспределения конъюгатов методом ИК-люминесценции в «окне прозрачности» биотканей.

Созданный конъюгат представляет новый тип мультифункциональных композитных наночастиц для тераностики — развивающейся области медицины, сочетающей в себе терапию и диагностику, когда врачи используют одну технологию и для диагностики, и для лечения заболевания в ходе общей процедуры. Эти конъюгаты обладают диагностическими свойствами за счет видимой флуоресценции и ИК-люминесценции туморотропного фотосенсибилизатора, имеют фотодинамическую активность за счет включения фотосенсибилизатора в структуру наночастиц, а также потенциальные свойства фототермического нагрева за счет плазмонного резонанса золотых наночастиц в районе 800 нм.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННОГО НАНОМАТЕРИАЛА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Ичкиитидзе Л. П., Подгаецкий В. М., Селищев С. В.

*Московский государственный институт электронной техники
(технический университет), e-mail: leo852@inbox.ru*

Проведены экспериментальные исследования удельной электропроводности σ толстых слоев (толщина 10–1000 мкм) композиционного наноматериала (КНМ), состоящих из геля медицинского назначения на основе карбоксилметилцеллюлозы (КМЦ) и многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) фирмы «Таунит». Изучалась также зависимость σ КНМ от интенсивности ИК лазерного излучения ($\lambda = 970$ нм).

В 4 % водном растворе КМЦ при температуре $t = 20$ °С величина σ незначительна $\sim 0,5$ – $1,0$ См/м, температурный ход ее изменения положительный со значением $\alpha \sim 0,0024$ К⁻¹ в области $t = (20$ – $70)$ °С. Путем осушения раствора при температуре ~ 30 °С получались мягкие полупрозрачные слои с $\sigma \leq 0,2$ См/м. После добавления в раствор КМЦ нанотрубок с концентрацией $C_{\text{МУНТ}} \leq$

$\leq 0,5$ мас. %, полученная суспензия тщательно перемешивалась, наносилась на полоски из хлопчатобумажной ткани, подвергалась действию лазерного облучения. В последующем полоски ткани высушивались.

В высушенных слоях КНМ $\sigma \approx 2,0$ кСм/м, $\alpha \sim 0,004$ К⁻¹, порог протекания соответствовал $C_{\text{МУНТ}} \sim 0,1$ масс. %. В контрольных образцах, состоящих из КМЦ и сажи К-354 с $C_{\text{сажи}} \sim 0,5$ мас. % и приготовленных идентично КНМ, получены значения $\sigma \sim 0,6$ См/м и $\alpha \sim 0,02$ К⁻¹, причем порог протекания не достигался.

Лазерное облучение образцов приводило к увеличению величины $\sigma_w = (\sigma_T/\sigma - 1)/W$, где σ — проводимость до облучения, σ_T — проводимость после облучения, W — интенсивность (плотность мощности) облучения в [Вт/см²]. В слоях КМЦ+сажа наблюдались высокие значения $\sigma_w = 25\text{--}35$ % · см²/Вт, в то время, как для слоев КНМ $\sigma_w = 3\text{--}5$ % · см²/Вт. Фоточувствительность исследованных образцов, по-видимому, вызвана болометрическим эффектом.

Высокая удельная электропроводность, низкие порог протекания и температурный коэффициент изменения удельной электропроводности, при биосовместимости и фоточувствительности КНМ, делают исследованный наноматериал перспективным для биомедицинских и других приложений.

ГИБРИДНЫЙ ДАТЧИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Ичкитидзе Л. П.¹, Миронюк А. Н.²

*¹Московский государственный институт электронной техники
(Технический университет), МИЭТ*

²Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН

Углеродные нанотрубки (УНТ) регистрируются датчиком магнитного поля (ДМП), когда внутрь УНТ инкапсулированы магнитные наночастицы. Для этой цели используются очень чувствительные датчики, например: СКВИД-датчики и ДМП на основе

эффекта гигантского магнитосопротивления (ГМС). В частности, гибридный ДМП, состоящий из сверхпроводящего трансформатора магнитного потока (СТМП) и магниточувствительного элемента (МЧЭ) на основе эффекта ГМС (Pannetier, et al. Science, **304**, 1648 (2004)), по своему разрешению по магнитному полю сравним с ВТСП СКВИД-датчиками, которые имеют рекордные показатели по разрешению слабого магнитного поля $\delta B \sim 10$ пТл, при рабочей температуре $T \approx 77$ К.

Исследуется возможность повышения фактора F умножения СТМП и, тем самым, улучшения основных параметров ДМП. Рассматривается типичный гибридный ДМП, состоящий из диэлектрической подложки, МЧЭ на основе эффекта ГМС и изолирующей пленки, помещенной между активной СТМП-полосой и МЧЭ. Физический механизм работы данного ДМП основан на концентрации измеряемого магнитного поля с помощью СТМП на МЧЭ.

Получено, что в случае оптимального разбиения активной СТМП-полосы (ширина 7 мкм) на параллельные ветви с наноразмерными ширинами (90–350 нм) рост F относительно случая активной СТМП-полосы до ее разбиения составляет от 25 до 80 раз. При этом для низкотемпературных сверхпроводящих пленок, т. е. пленок с низкими значениями глубины λ проникновения магнитного поля (например, Nb, $\lambda \approx 50$ нм) достигаются более высокие значения F относительно высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) пленок (например, Y-123, $\lambda \approx 200$ нм). Повышение величины F способствует достижению уровня разрешения $\delta B \leq 1$ пТл при $T \approx 77$ К, что эффективнее разрешения ($\delta B \sim 10$ пТл) ВТСП СКВИД-датчиков, служащих основной частью магнитных микроскопов. С повышением технологических возможностей, т. е. при реализации наноразмерных ветвей активной СТМП-полосы в интервалах ширин ~ 20 – 30 нм и толщин 20 – 40 нм, разрешение гибридного ДМП существенно улучшится, т. е. достигнет значения — $\delta B < 0,1$ пТл при $T \approx 77$ К и ~ 1 фТл при $T \approx 4$ К.

Таким образом, предложенный гибридный датчик магнитного поля с высоким разрешением позволит неинвазивно контролировать концентрацию, распределение и миграцию УНТ в биологических объектах, а также разные магнитные объекты (в частности, мезоскопические магнитные частицы, элементы наноэлектроники, суперпарамагнитные наночастицы) в других системах.

ЭНДОМЕТАЛЛОФУЛЛЕРЕНЫ ГАДОЛИНИЯ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНЫХ КОНТРАСТИРУЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЯМР-ТОМОГРАФИИ

*Козлов В. С., Грушко Ю. С., Колесник С. Г.,
Кукоренко В. В., Лебедев В. Т., Седов В. П., Шилин В. А.*

Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова

Фуллерены, углеродные нанотрубы, графены и эндоэдральные металлофуллерены являются наиболее перспективными наноматериалами на основе углерода. Парамагнитные металлофуллерены представляют особый интерес, поскольку могут послужить основой для получения новых уникальных материалов биологического и медицинского применения.

В предлагаемой работе представлены экспериментальные результаты, направленные на решение проблемы разработки эффективных, производительных технологий синтеза, обогащения и разделения эндоэдральных металлофуллеренов гадолиния и их водорастворимых производных для создания новых медицинских диагностических препаратов — контрастирующих систем в ЯМР-томографии.

Для исследования свойств синтезируемых материалов и поэтапного технологического контроля широко применяются методы инструментального контроля (спектрофотометрические, хроматографические, масс-спектрометрические и нейтронные методы анализа).

Подобные исследования стимулируются растущей актуальностью медицинских применений этих веществ в качестве контрастирующих агентов в ЯМР-томографии, необходимостью импортозамещения дорогостоящих высокотехнологичных препаратов для медицинской диагностики.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ
С БИОАКТИВНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ
ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ.
ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВУЗЕ**

Колобов Ю. Р., Иванов М. Б.

*Научно-образовательный и инновационный центр
«Наноструктурные материалы и нанотехнологии»,
ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет», e-mail: Kolobov@bsu.edu.ru*

В настоящее время реальная потребность доступных для населения имплантатов и имплантируемых материалов для остеосинтеза (в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, ортопедии и травматологии) в России превышает существующее предложение в 3–5 раз. Острота проблемы (не только социальной, но и носящей экономический характер — высокий уровень травматизма и заболеваний опорно-двигательного аппарата в РФ существенно снижает производительность труда), в том числе, связана с тем, что большинство высокотехнологичных методов лечения с использованием зарубежных технологий и материалов не доступны средне- и малообеспеченным слоям населения, среди которых много пациентов, остро нуждающихся в хирургическом вмешательстве. Таким образом, актуальной является задача создания одновременно доступных и эффективных, в том числе новых методов лечения на основе последних разработок в области медицинского материаловедения.

В последние полтора десятилетия авторы с сотрудниками разрабатывают идею замены широко используемых в медицине титановых сплавов системы Ti–Al–V высокопрочным наноструктурным (НС) и субмикроструктурным (СМК) титаном, не содержащим вредных для живого организма легирующих элементов. Показана

возможность достижения прочностных характеристик при статическом и циклическом нагружении, соответствующих уровню широко применяемых в настоящее время в медицине легированных титановых сплавов [1–5].

К настоящему времени в Центре НСМН БелГУ созданы высокопроизводительные малозатратные технологии формирования СМК и НС состояний в нелегированном титане, включающие реализацию новых технологических процессов с использованием модернизированного оборудования. Достигнутые характеристики механических свойств СМК и НС титана при квазистатическом и циклическом нагружении соответствуют полному комплексу требований к материалам для медицинских имплантатов, применяемых в травматологии, ортопедии и стоматологии. Кроме этого были отработаны технологии синтеза биоактивных покрытий, основанные на методе микродугового оксидирования, а также использования шликерананокристаллического гидроксиапатита, синтезируемого по оригинальной технологии. Покрытия обладают высокой адгезией, остеиндуктивными и остекондуктивными свойствами. В совместных работах с биологами и медиками проведены комплексные исследования на животных, доказывающие уникальные свойства микродуговых покрытий [6]. Разработки защищены патентами РФ.

В последние годы подтвердилась своевременность и актуальность рассмотренных выше разработок. В частности в конце 2010 г. на сайте Госдепартамента США была помещена информация о том, что наноструктурный титан признан в США основным материалом будущего для стоматологических имплантатов [<http://www.rusnanoforum.ru/Post.aspx/Show/28471>]. Нами в интернете была также размещена информация о приоритете РФ в использовании наноструктурированного титана в медицине в области травматологии и ортопедии. [<http://www.regnum.ru/news/medicine/1341732.html>]

К настоящему времени серийные (в объеме потребности соответствующих предприятий РФ) поставки НС титана ведутся малым инновационным предприятием (МИП) «Металл-деформ» при БелГУ, МИП «Томский титан» при Институте физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск). Поставку НС титана за границу, в том числе в США, проводит ООО «Наномет», занимающееся коммерциализацией разработок Института физики перспективных

материалов УГАТУ, г. Уфа. Нанесение тонкопленочных биопокрытий на медицинские имплантаты, изготавливаемые ООО «Конмет» (Москва), проводит ЗАО НПО «Металл» при МИСИС (Москва).

Список литературы

1. *Колобов Ю. Р.* Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов / Ю. Р. Колобов, Р. З. Валиев, Г. П. Грабовецкая [и др.]. Новосибирск: НАУКА, 2001. — 232с. (Kolobov Yu.R., Valiev R.Z., Grabovetskaya G.P. et al. Grain Boundary Diffusion and Properties of Nanostructured Materials, Cambridge International Science Publishing, 2008, 250 p.)

2. *Колобов Ю. Р.* Роль диффузионно-контролируемых процессов в формировании структуры и свойств металлических наноматериалов // Композиты и наноструктуры / Ю. Р. Колобов, А. Г. Липницкий, М. Б. Иванов, Е. В. Голосов. — 2009. — №2. — С. 5–32.

3. *Колобов Ю. Р.* Технологии формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантатов с биоактивными покрытиями / Ю. Р. Колобов // Российские нанотехнологии. — 2009. — Т. 4, № 9–10. — С. 19–31.

4. *Иванов М. Б.* Механические свойства наноструктурного титана серийного производства / М. Б. Иванов, Ю. Р. Колобов, Е. В. Голосов, И. Н. Кузьменко, В. П. Вейнов, Д. А. Нечаенко, Е. С. Кунгурцев // Российские нанотехнологии. — 2011. — Т. 6. — № 5–6. — С. 72–78.

5. *Бетехтин В. И.* Механические свойства и дефектная структура субмикроструктурного титана ВТ1-0, полученного после интенсивной пластической деформации при винтовой и продольной прокатке / В. И. Бетехтин, Ю. Р. Колобов, М. В. Нарыкова, Б. К. Кардашев, Е. В. Голосов, А. Г. Кадомцев // ЖТФ. — 2011. — Т. 81. — Вып. 11. — С. 58–64.

6. *Fedorova M. Z., Nadezhdin S. V., Kolobov Yu. R., Ivanov M. B., Pavlov N. A., Zubareva E. V.* Relationship between Osteoinductive Characteristics of Biocomposite Material and Physicochemical Characteristics of Coating. // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2009. — Vol. 148. — Issue 5. — P. 822–824.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЯМ
И РАЗРАБОТКАМ В ОБЛАСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ
И НАНОСИСТЕМ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ
ЦЕНТРЕ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»
ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Коноплев Б. Г., Агеев О. А.

НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ

Целью работы является представление результатов исследований и достижений Научно-образовательного центра «Нанотехнологии» Южного Федерального Университета в сфере нанотехнологий, на основе комплексного подхода к интеграции научных исследований, подготовки кадров и технологического оснащения центра прикладных разработок. Полученные результаты могут быть использованы в промышленности на этапе перехода к инновационной экономике и шестому технологическому укладу, для развития рынка услуг в сфере nanoиндустрии, а также способствуют международному сотрудничеству нанотехнологов.

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО РАЗВИТИЮ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

Кортюв В. С., Анисимова Е. В.

Уральский центр nanoиндустрии, e-mail: v.kortov@mail.ustu.ru

Формирование целевой программы по развитию нанотехнологий в Свердловской области началось сразу после объявления Президентской инициативы в 2007 г. Министерством промышленности и науки Свердловской области была создана рабочая группа из ведущих специалистов институтов УрО РАН и университетов

Екатеринбурга, которая решила поставленную задачу мониторинга разработок в сфере нанотехнологий и наноматериалов, выполняемых научными организациями, ВУЗами и инновационными предприятиями Свердловской области. При этом проводилась предварительная экспертиза заявляемых в программу проектов. Был создан экспертный совет программы из ученых и инженеров, работающих в сфере нанотехнологий.

На первом этапе выполнения программы в 2008–2010 гг. ежегодно на конкурсной основе отбирались 25–30 проектов, которые финансировались в виде субсидий из областного бюджета в объеме 75 % от стоимости затрат. Не менее 25 % средств выделялось предприятием, внедряющим конкретную нанотехнологическую разработку. Этим обеспечивалось частно-государственное партнерство при реализации областной программы развития нанотехнологий.

Программа охватывала широкий круг проблем по созданию nanoиндустрии в Свердловской области, в том числе по следующим направлениям: конструкционные материалы; топливные элементы; катализаторы для очистки воды и газов; защитные и износостойкие покрытия; оптические элементы и электроника; медицинская техника и фармпрепараты. На финансовую поддержку проектов, выполнявшихся в указанных направлениях, из областного бюджета в 2008–2010 годах было выделено 175 миллионов рублей, собственные средства предприятий составили более 86 миллионов рублей. Часть проектов уже сегодня выведена на стадию производственного освоения. Выпускаются в промышленных масштабах: нанопорошки для антикоррозионных покрытий; нанокристаллические ленты из магнитных сплавов для магнитопроводов и трансформаторов с объемом более 40 тонн в год; высокоэффективные катализаторы для нейтрализации газовых выбросов автомобилей с объемом выпуска более 30 тонн в год. Серийно производятся многоцелевые наноразмерные сорбенты для глубокой очистки природных и промышленных вод. Готовится к запуску опытное производство рентгеноконтрастных препаратов (наножидкостей) для диагностических целей в медицине. Указанный перечень далеко не исчерпывает готовые к внедрению разработки в сфере наноматериалов и нанотехнологий. Как итог работы в период 2008–2010 гг. на предприятиях Свердлов-

ской области будет подготовлено к внедрению в 2011 г. не менее 25 новых образцов продукции с использованием нанотехнологий.

Уральский центр наноиндустрии выступил инициатором опережающей профессиональной переподготовки кадров для предприятий области, в первую очередь для тех из них, которые получили инвестиции ОАО «РОСНАНО». В результате на базе Уральского федерального университета создан научно-образовательный кластер, и в 2010–2011 гг. УрФУ выиграл конкурсы «РОСНАНО» на разработку образовательных программ переподготовки кадров и обучение пилотных групп руководителей и инженерно-технических работников предприятий «Уральский завод автомобильных катализаторов» и «Уралпластик». Разработанные программы переподготовки и повышения квалификации кадров будут до конца 2011 г. внесены в электронный реестр образовательных программ «РОСНАНО».

В 2011–2013 гг. реализуется второй этап областной целевой программы развития нанотехнологий, на котором основное внимание уделяется расширению номенклатуры нанопродукции на внутреннем рынке. Главной задачей этого этапа становится коммерциализация нанопродукции и трансфер технологий. С этой целью с участием «РОСНАНО» в Екатеринбурге создается Нанотехнологический центр. Положительный опыт выполнения в 2008–2011 гг. первого этапа областной программы по созданию наноиндустрии позволяет надеяться, что задачи, поставленные на текущем этапе областной программы, будут успешно решены.

ОТ МИКРО- К НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Лабунов В. А.

*Белорусский Государственный университет информатики
и радиоэлектроники*

Индустриально развитые страны мира связывают начало XX века с построением общества, основанного на знаниях (Knowledge Based Society). В этом обществе все возрастающую роль

будут играть информационные технологии. Поэтому современное общество уже названо «Информационным обществом». Вместо терминов «Информатика» и «Информатизация» принят термин «Технологии информационного общества» (ТИО).

Технологии информационного общества развиваются исключительно высокими темпами. Революция в ТИО базируется на экспоненциальном росте технологического прогресса.

«Сердцем» ТИО является микроэлектроника (МЭ). Прогресс в ТИО был бы невозможен без успехов в развитии МЭ, которая последние 40 лет отличалась высокими темпами развития, обусловленными способностью экспоненциально сокращать минимальный размер компонентов интегральных схем.

Это развитие осуществляется согласно закону Мура, которому в 2005 г. исполнилось 40 лет и, согласно которого число компонентов на кремниевом кристалле (чипе) удваивается каждые 18 месяцев.

Прогресс в развитии МЭ привел к переходу традиционной (кремниевой) микроэлектроники в наноэлектронику. Этот процесс развития наноэлектроники называют <сверху вниз> (top down). Отличительной чертой этого процесса является то, что повышение функциональной сложности и быстродействия систем достигается увеличением плотности размещения и уменьшением размеров компонентов на чипе, принцип действия которых не зависит от их размера (работает принцип масштабирования). При переходе к размерам элементов порядка десятков и единиц нанометров возникает качественно новая ситуация, состоящая в том, что на физические процессы в наноструктурах, а также на функционирование приборов на их основе начинают оказывать решающее влияние квантовые эффекты (размерное квантование, конфайнмент, туннелирование, интерференция электронных состояний и др.).

Кроме описанного выше пути перехода от полупроводниковой микроэлектроники к наноэлектронике <сверху вниз>, параллельно осуществляется переход к этой новой области <снизу вверх> (<bottom up>). Параллельно с развитием КМОП исследуются новые концепции создания приборов, на основе которых можно было бы создавать более сложные информационные и коммуникационные системы.

Прежде всего такой переход осуществляется за счет использования фундаментальных исследований в области молекулярной физики (молекулярная электроника) и биологии (биоэлектроника).

На основе этих подходов разрабатываются <прорывные> приборы и компоненты за пределами масштабируемых кремниевых приборов.

Однако основной движущей силой создания таких приборов является не увеличение степени интеграции или рабочих частот за пределами возможностей КМОП электроники, а использование различных существующих технологий для существенного увеличения функциональных возможностей кремниевых ИС при необязательной их миниатюризации до предельных размеров.

Специальные функции могут быть добавлены к КМОП платформе за счет комбинации с 0D, 1D, 2D или даже 3D наноструктурами 0D структуры, такие как квантовые точки, могут добавить оптические функции или одноэлектронные эффекты. 1D структуры такие как нанотрубки или нанопроволоки могут предоставить активные каналы, оптические источники, оптические и электронные межсоединения для дальнейшего увеличения функциональных возможностей. 2D структуры, потенциально создаваемые самосборкой монослоев или искусственно создаваемые, например кристаллы протеина, могут действовать как селективные поверхности, а полупроводниковые и металлические наночастицы — осязывать поверхность для света или использовать поверхностные плазмоны для переноса энергии. 3D структуры могут создавать основу клеточных культур для взаимодействия с живой материей. Сюда относятся кристаллы протеина, амин содержащие трубки и возможно сети других трубок. Растущие клетки на основе 3D платформы на кремнии создадут основу для нейро-информатики.

К молекулярным наноструктурам относится огромное количество органических материалов (около 2 млн синтезированных материалов). Эти материалы условно можно разделить на три класса: полимеры, молекулярные ансамбли и единичные молекулы (ДНК, протеины, антитела и др.).

Биоэлектроника (БЭ) — это отрасль, зарождающаяся на объединении последних достижений микроэлектроники, микро-электроопто-механических систем (МОЭМС) и биологии. БЭ развивается

быстрыми темпами и сферы ее применения все более расширяются. Особенно эффективно ее применение в терапевтике и диагностике. Достижения в этих областях в конечном итоге позволят их рассматривать как единое целое с переходом к понятию <тераностика>. Конечной целью БЭ является повышение эффективности диагностирования и лечения различного рода заболеваний, снижение стоимости медицинских приборов и сервиса, улучшение удобства для обслуживания больных.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМ ПРОДВИЖЕНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ. РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ

Латышев М. А.

Инженерный клуб Санкт-Петербурга

Основным препятствием продвижения высоких технологий, да и собственно любой наукоемкой продукции, в России является проблема финансирования.

За редким исключением, у нас добиваются успеха те проекты, которые не требуют заметных капиталовложений на первых этапах жизненного цикла (вплоть до развертывания серийного производства). Именно по этим обусловлены успехи многих ИТ-шных проектов осуществленных в России уже в 90-е годы.

В принципе, проблема эффективного относительно долговременного кредитования в России начинает как то решаться только в последние годы.

Учитывая специфику данной аудитории, следует в первую очередь рассматривать области высоких технологий имеющих отношение к наноиндустрии. ГК «Роснанотек» уже третий год фактически выполняет эту задачу, однако это — капля в море.

Рассмотрим для примера ситуацию в Санкт-Петербурге. Общее количество предприятий и организаций, участвующих в деятельности, имеющей отношение к нанотехнологиям составляет более

120. Из них более трети — малые научно-производственные предприятия. Из всего этого количества, финансирование от Роснано получили 7 организаций.

Проблема финансирования перспективных разработок и кредитования долгосрочных проектов достаточна очевидна для данной аудитории и не нуждается в дополнительном глубоком анализе.

Хотелось бы рассмотреть такой аспект, как роль стандартизации в продвижении высоких технологий.

Отмена обязательности соблюдения действующих национальных стандартов в России привела к определенной недооценки их важности и полезности для самих производителей.

В международной практике инициатором и разработчиком стандартов на продукцию выступают, преимущественно, сами корпорации — производители. Продвижение собственных технологических разработок до уровня национального стандарта позволяет в определенной степени диктовать условия на региональном рынке.

О том, что стандартизация может приносить конкретную прибыль свидетельствуют реальные примеры международной практики. В частности, в Германии за счет стандартизации обеспечивается до 1% прироста ВВП, что составляет 16 млрд. евро в год.

В целом, можно выделить следующие экономические преимущества стандартизации для организаций и предприятий:

- экономия за счет роста производства;
- снижение транзакционных издержек;
- снижение экономических рисков от инновационной деятельности;
- уменьшение проблемы информационной асимметрии;
- снижение затрат фирм на стадии продаж;
- создание стратегических альянсов и эффективное сотрудничество;
- снижение для предприятий риска затрат по выплате штрафов.

Следует отметить важную роль стандартизации при внедрении высоких технологий, изготовлении инновационной продукции для обеспечения ее безопасности. Так, применение стандартов системы безопасности (ГОСТ Р 12.X) обеспечит необходимый уровень каче-

ства продукции, уровень ее безопасности; применение стандартов системы менеджмента качества (ГОСТ Р ИСО 9000) — охватывает жизненный цикл продукции, обеспечивая стратегические и оперативные процессы повышения качества продукции; применение основополагающих и общетехнических стандартов обеспечивает повышение производительности труда, поскольку посредством стандартов повышается уровень взаимодействия между участниками производственного процесса создания инновационной продукции.

Также можно сказать, что стандарты являются элементом метрологического обеспечения инноваций.

Рассматривая близкую нам сферу нанотехнологий, следует отметить, что стандартизация этой области делает только первые шаги. На сегодняшний день создано только 8 стандартов, связанных с продукцией nanoиндустрии. Анализ ситуации на примере Северо-Западного региона показывает следующее: производители нанотехнологической продукции (особенно малые предприятия) не готовы вкладывать средства в разработку стандартов, ограничиваясь созданием ТУ; отдельные попытки таких предприятий обращения по поводу создания стандартов далеко не всегда благосклонно воспринимались в технических комитетах, в частности 441 ТК.

Правда здесь в последний год ситуация значительно улучшилась благодаря деятельности ФГУП «ВНИИНМАШ». 441 ТК стал активно пропагандировать участие предприятий в разработке национальных стандартов, привлечение их к деятельности самого ТК. В мероприятиях ТК активно привлекаются организации РАН, промышленности. Только на последнем заседании ТК принято несколько организаций, в том числе Санкт-Петербургская фирма «Оптоган».

РАЗРУШЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИКОВ И ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ НАНОМАРКИРОВКА ИЗДЕЛИЙ

Макин В. С.¹, Макин Р. С.²

*¹Научно-исследовательский институт комплексных испытаний
оптических приборов и систем; e-mail: makin@sbor.net*

*²Ульяновский государственный университет;
e-mail: rmak@sai-net.ru*

Рассмотрены основы взаимодействия мощного лазерного излучения ультра короткой длительности с диэлектриками. Рассмотрение основывается на универсальной поляритонной модели лазерно-индуцированного разрушения конденсированных сред. Показано, что в условиях фотонно-индуцированного нетермического фазового перехода реализуются условия возбуждения неравновесных поверхностных плазмон поляритонов. Интерференция с участием поверхностных плазмон поляритонов как на исходной границе раздела диэлектрик–воздух, так и на формируемой внутри диэлектрика границе плазменный слой–диэлектрик вызывает образование регулярных наноструктур разрушения, вид которых определяется характером поляризации излучения.

Одной из важных особенностей, присущих фемтосекундному воздействию излучения, является минимальная область термического влияния и, как следствие, отсутствие растрескивания хрупких диэлектрических материалов (кристаллов, стекол, керамик). Это обстоятельство может быть использовано в промышленных установках по фемтосекундной лазерной маркировке изделий.

В докладе рассмотрены некоторые иные особенности, присущие фемтосекундной маркировке диэлектриков, включая полимерные материалы. Это такие особенности, как зависимость ориентации периодических наноструктур от ориентации вектора линейно поляризованного лазерного излучения, возможности повышения степени защиты от подделки при использовании иной поляризации излучения, например, азимутальной, радиальной,

круговой. Особенности воздействия являются также возможность формирования наноструктур с периодами, меньшими величины дифракционного оптического предела. Рассмотрен вопрос о считывании 3D изображения маркировки с использованием оптической когерентной микроскопии.

Приводится информация о программе Европейского Союза по созданию маркера на лазерах ультракороткой длительности, основанного на технологии, которая, как ожидается, будет мировым стандартом.

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОРАЗМЕРНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ СЕРЫ

*Массалимов И. А., Хусаинов А. Н., Мустафин А. Г.,
Чуйкин А. Е., Янахметов М. Р.*

ГОУ ВПО Башкирский государственный университет

Основной целью работы является создание универсальных защитных пропиточных составов на минеральной основе, позволяющих обеспечить надежную и долговременную защиту строительных материалов и зданий от атмосферных и химических воздействий за счет образования на поверхности пор наноразмерных покрытий из частиц серы. В основу технологии разработки положен оригинальный способ пропитки материалов молекулярным раствором, который в процессе высыхания раствора в порах материалах превращается в гидрофобное покрытие, т. е. процесс образования наночастиц происходит в порах материалов. Пропиточные составы — водные растворы, содержащие молекулы полисульфидов с функциональными добавками, синтезируются с применением методов механохимии. В результате синтеза образуются концентрированные растворы полисульфидов щелочных и щелочноземельных металлов, обладающие высокой проникающей способностью. В процессе нанесения раствора молекулы полисульфидов размера-

ми меньше 0,5 нм проникают на глубину более 1 см, а в процессе высыхания раствора молекулы полисульфидов трансформируются в не смачиваемое водой и имеющее хорошую адгезию к поверхности строительного материала наноразмерное покрытие из частиц элементарной серы, обеспечивающее эффективную защиту от атмосферных и химических воздействий вне зависимости от природы материала (бетон, кирпич, шифер, керамзит, гипс и др.).

Сферами применения предлагаемого нами метода защиты строительных материалов являются:

1. Жилищно-коммунальное хозяйство — подвальные и цокольные помещения, конструкции водоканала, колодцы, водоочистные сооружения, теплотрассы;

2. Дорожное строительство — тоннели, мосты, эстакады, лотки, водопропускные трубы;

3. Строительная индустрия — элементы зданий, фундаменты, фасады, цокольные этажи, гидротехнические сооружения (плотины, мосты, причалы);

4. Химическая и атомная промышленность — пропитка стен, потолка, полов зданий хранилищ для изоляции от окружающей среды вредных токсических химических и радиоактивных веществ и отходов;

6. Аграрный сектор — обработка стен и полов ферм, элеваторов, хранилищ пищевых продуктов.

В настоящее время имеется экспериментальная технологическая линия производства разработанного состава, выпущена опытная партия, оформлены патент РФ и ТУ, также имеется гигиеническое заключение на продукт, состав прошел испытания в НИИЖБ (г. Москва) и использован на объектах ОАО «Башкиравтодор».

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ АДДУКТАМИ НАНОКЛАСТЕРОВ УГЛЕРОДА

Низина Т.А.

Мордовский государственный университет

Пономарев А.Н.

НТЦ Прикладных нанотехнологий — СПбГПУ

Кочетков С.Н., Козеев А.А.

На протяжении всей истории человечества ведутся непрерывные процессы поиска и разработки эффективных строительных материалов. Современное строительство связано с производством и переработкой значительных объемов бетонных смесей, от которых требуется высокая удобоукладываемость, сохраняемость достигнутого уровня реологических характеристик во времени, возможность повышения прочности бетона при одновременном снижении его себестоимости, в основном за счет уменьшения расхода цемента, пластификаторов и наиболее дорогих добавок-модификаторов.

В последние годы задача повышения технологичности (подвижности) бетонной смеси и прочности бетона, особенно в «молодом» возрасте, приобрела особое звучание в связи с расширением требований к высококачественным бетонам, применяемым при устройстве монолитных элементов зданий и сооружений. Подобные смеси должны обладать высокой подвижностью (П4–П5) и более быстрым нарастанием прочности, что позволит ускорить возведение зданий, так как нагружение железобетонных конструкций будет происходить быстрее по сравнению с традиционными бетонами.

На сегодняшний день экспериментально доказано, что добиться значительного улучшения прочностных и реологических параметров бетонных смесей на основе традиционных пластификаторов, наиболее широко используемым из которых является С-3, не представляется возможным. Данная задача может быть решена за счет применения новых эффективных добавок на основе поликарбонилатов, отличающихся чрезвычайно высокой пластифицирующей

способностью. Однако они являются достаточно дорогими, что приводит к росту себестоимости готовой продукции. В этих условиях крайне актуальной задачей является поиск и исследование путей снижения технологических концентраций пластификаторов в цементных растворах и бетонах.

Одним из наиболее перспективных путей решения поставленной задачи является возможность использования модификаторов на основе водорастворимых аддуктов нанокластеров углерода (АНКУ), разработанных ООО «НТЦ Прикладных Нанотехнологий» (Санкт-Петербург), позволяющих снизить расход поликарбоксилатных пластификаторов, переводя их за счет модификации из «супер» в гиперпластификаторы. При этом необходимо отметить, что наибольший интерес представляют те направления строительного материаловедения и технологий, в которых для достижения промышленно значимых макроэффектов достаточно использование модификаторов в микродозах.

Предлагаемые к использованию в качестве модификаторов водорастворимые соединения углерода позволяют получать устойчивые растворы, что значительно упрощает технологию их введения в состав растворных и бетонных смесей.

Приведены результаты модификации цементных композитов водорастворимыми аддуктами нанокластеров углерода.

РАЗРАБОТКА НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Петрунин В. Ф.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Приведены этапы развития в атомной отрасли работ по разработке и применению наноразмерных материалов — исторически приоритетных в нашей стране и в мире. Сообщаются основные результаты фундаментальных и прикладных исследований, полученных при выполнении отраслевых программ, сформированных до

создания федеральных целевых программ. Отмечается неравновесный, промежуточный между кристаллическим и аморфным, характер наноструктурного состояния вещества, объясняются три главные причины специфики строения и свойств. Описаны оригинальные способы получения наноматериалов и разработки нанотехнологий и нанопродукции, главным образом, отраслевого назначения: топливные и конструкционные материалы для АЭС, наночастицы для очистки жидкостей и газов, электропровода и конденсаторы, радиационнозащитные и радиопоглощающие материалы и покрытия, нанокраски для защиты продукции от подделки и др.

РАБОТА НАНОЦЕНТРА ДЛЯ АПК

Полищук С. Д.

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева

Современные нанотехнологии обладают огромным потенциалом и имеют большое значение для развития общества. Однако применение наноматериалов ставит ряд задач, которые относятся, прежде всего, к проблеме воздействия их на окружающую среду, животный и растительный мир. Наноматериалы, обладая малыми размерами, легче вступают в химические превращения и способны образовывать соединения с неизвестными ранее свойствами. Абсорбирующие свойства наночастиц значительно выше, чем у других молекул. Появление таких наноматериалов в окружающей среде может способствовать активному поглощению загрязнителей и их широкому распространению. Попадая в организм, данные соединения стимулируют многие физиологические и биохимические процессы. Однако имеющиеся сведения фрагментарны и часто противоречивы. Отсутствует убедительное научное обоснование эколого-биологических эффектов наночастиц. При отсутствии комплексной медико-биологической оценки безопасности наноразмерных частиц металлов, информации о поведении нано-

частиц в различном экологическом окружении, о путях введения, чувствительности видов к наноматериалам невозможно дать четких рекомендаций в отношении способности и степени воздействия наночастиц на биологические объекты.

В 2008 году на базе Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева образован «Наноцентр для АПК», приказ № 18 от 23. 05. 2008 г. Руководителем Наноцентра назначен д.т.н., профессор, зав. каф. химии Полищук С. Д.

Для коммерциализации результатов исследования и внедрения интеллектуальной собственности было образовано малое инновационное предприятие ООО «НАНОАГРОТЕХ», основной вид деятельности — выполнение научно-исследовательских работ в области естественных наук.

Основные направления работы Наноцентра для АПК:

- увеличение урожайности с/х культур (наноудобрения, био-пестициды);
- повышение продуктивности животных (нанодобавки к кормам, нанолечения и т. д.);
- экологическая и биологическая безопасность широкомасштабного внедрения наноматериалов в агропромышленный комплекс;
- изучение влияния наноматериалов в системе почва — растение — животное.

Будущее сельскохозяйственного производства связано с новыми технологиями, любое хозяйство России может увеличить свою рентабельность и качество производимой продукции в несколько раз, используя научно-исследовательские разработки Наноцентра для АПК.

Результаты исследований

РАСТЕНИЕВОДСТВО:

1. Стимуляция прорастания и обменных процессов в семенах с/х и лекарственных растений.
2. Повышение урожайности на 25–50 %.
3. Резкое увеличение содержания БАВ (белки, жиры, водорастворимые полисахариды, витамины А, С, Е, макро- и микроэлементы) в семенах и растениях с/х культур.

ЖИВОТНОВОДСТВО

1. Поколение рождается более жизнеспособным.
2. Повышение сохранности и воспроизводства животных.
3. Увеличение мясной и молочной продуктивности.
3. Повышение качества молозива и молока.
4. Повышение качества мясной продукции.
5. Снижение заболеваемости.
6. Улучшение внешнего вида.

Экологическая безопасность внедрения наночастиц

Определены размеры и концентрации безопасного использования УДПМ в растениеводстве и животноводстве;

— определены показатели токсичности при существующих условиях применения;

— доказана пролонгированность действия и отсутствие кумулятивных свойств изучаемых наноматериалов;

— изучено действие металлических и гидроксидных наночастиц железа, кобальта и меди в отношении грибов *Candida* spp. и *Aspergillus* spp.

По результатам работы Наноцентра защищены 1 докторская, 3 кандидатские диссертации, опубликовано 4 монографии, методические рекомендации для специалистов АПК.

Оформлены права на интеллектуальную собственность:

— Полищук С. Д., Чурилов Г. И., Коваленко Л. В., Фолманис Г. Э., Назарова А. А. Способ получения водорастворимых полисахаридов из растений. Патент на изобретение № 2378288. Опубликовано 10.01.2010

— Решение о выдаче патента, заявка №2010105712/13(008112), дата подачи заявки 19.02.2010. «Способ повышения продуктивности сельскохозяйственных животных».

В марте 2010 г. были выиграны гранты по программе «Участник Молодежного Научно-Инновационного Конкурса» («У.М.Н.И.К.»):

В 2010 г. был выигран конкурс «СТАРТ» и заключен государственный контракт на выполнение НИОКР по теме «Разработка биологически активных препаратов на основе ультрадисперсных порошков металлов железа, кобальта и меди, способствующих повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции в растениеводстве».

ТЕХНОЛОГИЯ «ЭПОКСИПАН» В ПРОЦЕССАХ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕРОДНЫМИ СЕТКАМИ И ЛЕНТАМИ

Пономарев А. Н.¹, Моспан Е. А.², Иванов К. Н.²

¹ЗАО «НТЦ Прикладных Нанотехнологий»

²СПбГПУ

Высокопрочные углеродосодержащие конструкционные полимерные композиционные материалы (углепластики) представляют собой полимерную матрицу, преимущественно на основе эпоксидных полимерных матриц и наполнителей из высокомодульных углеродных волокон, жгутов, лент, тканей и углеродного «ровинга». Опыт эксплуатации эпоксидных углепластиков, изучение вида и скорости накопления повреждений показывают необходимость совершенствования их рецептуры и структуры. В последние годы для углепластиков разрабатываются специальные новые полимерные композиции с высокими деформационно-прочностными характеристиками. Так, например, для повышения теплостойкости и ударной вязкости совершенствуют базовую эпоксидную смолу и одновременно ведут поиск новых методов модификации существующих композиций [1]. Основная технологическая трудность в достижении высоких трансверсальных характеристик любых полимерных композиционных материалов — обязательная необходимость использования операций прессования ПКМ или их изостатической обработки, обусловленная задачей растворения и удаления из приграничной с поверхностью наполнителя сорбированного на ней воздуха.

Технология ЭпоксипАН — это реализованная возможность уплотнения межфазных границ в дисперсно-армированном композите за счет введения в его состав углеродных наночастиц фуллероидного типа — «Астраленов» [2]. Наличие Астраленов в полимерной матрице и на поверхности углеродного волокна в ПКМ ведет к укреплению межфазных границ связующее-наполнитель, тем самым повышаются эксплуатационные свойства этих композитов [3]. В частности, за счет консолидации «молекулярных пазух»

механические прочностные характеристики растут и водопоглощение полимерных матриц уменьшается [4].

Непосредственно ЭпоксипАН — эпоксидный полидисперсно — армированный базальтовым ровингом наноккомпозит, который используется в составе многослойных гидроизолирующих коррозионно-защитных покрытий. Однако нанесение ЭпоксипАНа на поверхность деталей (бетонных, металлических и пр.) может выполняться одновременно с усилением этих деталей высококомодульными углеродными сетками или лентами и позволяет получать высокие значения трансверсальной прочности готовых конструкций без прессования или их изостатической обработки. Это, в свою очередь, позволяет обеспечить высокие физико-механические характеристики крупногабаритных деталей сложной геометрической формы (детали зданий и сооружений), размещение которых внутри прессовочного оборудования, или в изостатических объемах просто невозможно.

Список литературы

1. *Гуняев Г. М.* Наномодифицированные углепластики с повышенной вязкостью разрушения / Г. М. Гуняев, Е. Н. Каблов, С. И. Ильченко [и др.] // в сб. Труды ТПКММ. — М.: «Знание», 2006. — С. 162.
2. *Shames A. I., Katz E. A., Panich A. M., Mogilyansky D., Mogilko E., Grinblat J., Belousov V. P., Belousova I. M., Ponomarev A. N.* Structural and magnetic resonance study of astralen nanoparticles. *Diamond & Related Materials*, V18, Issue 2–3, 2009. P. 505–510.
3. *Ponomarev A. N., Figovsky O. L.* The giant resonances at disperse interactions of non-metallic particles and examples of the composite materials modified by astralenes / Journal «Scientific Israel – Technological Advantages», 2010. Vol. 12, 3. P. 54–57.
4. *Epifanovskiy I. S., Donskoy A. A., Ponomarev A. N., Kashirin S. V.* Modification of Properties of Polymeric Materials by Low-concentrated Fullerooids *Advanced materials*, 2006. №2. P. 15–18.

О РЕВОЛЮЦИОННОМ ПРОРЫВЕ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВ АТОМНОЙ ТОЧНОСТИ (ТАТ И ПАТ)

Потанов А. А.

Институт динамики систем и теории управления СО РАН

Современный этап становления технологии атомной точности (ТАТ) и производств (ПАТ) связан в первую очередь с совершенствованием наноманипулятора как инструментальной основы механосинтеза. Вместе с этим приходит осознание исключительной важности и необходимости создания теоретической базы как интеллектуальной и информационной основы будущих нанопроизводств и нанофабрик. Наносборщик будущего нанопроизводства должен иметь программное обеспечение, с помощью которого должно осуществляться управление всем процессом атомно-молекулярной сборки наноизделия. Эта программа должна обеспечивать последовательность выполняемых операций в соответствии с принятым для данного изделия алгоритмом. Основой построения алгоритма служит химическая формула изделия. Чтобы составить алгоритм, реализующий данную формулу, надо располагать знанием законов и механизмов связывания отдельных атомов или молекул. Фактически проблема современного этапа становления нанотехнологии сводится к проблеме теоретического описания межатомных и межмолекулярных взаимодействий. Следует констатировать, что законы, лежащие в основе атомно-молекулярной сборки, до конца не установлены, а существующие теории вещества ограничены феноменологическим уровнем описания. Данное обстоятельство предопределяет полуэмпирический характер всех сегодняшних технологий, включая нанотехнологии. По сути, они остаются на уровне поиска «хорошей» технологии методом «проб и ошибок». Сегодняшний этап становления нанотехнологии можно охарактеризовать как экстенсивный, т.е. основанный на расширении фронта исследований по объекту исследования, по методам и средствам

исследований и т. д. Очевидно, что эффективность такого рода технологий невысока.

История развития техники подтверждает тот факт, что наибольшую эффективность достигают технологии, которые имеют научное обеспечение и сопровождение лежащего в ее основании способа производства. «Нет ничего практичнее, чем хорошая теория». Переход от экстенсивного этапа развития нанотехнологии к интенсивному этапу всецело определяется наличием на вооружении у ТАТ и ПАТ прогностической теории (теории, которая должна обеспечить практику информацией о том, какие исходные элементы (атомы и молекулы) надо выбрать для наносборки, каким образом и в какой последовательности их следует собирать для получения у создаваемого материала или изделия требуемых эксплуатационных свойств и функций).

Проблема сформулирована и ее ключевая роль в становлении ТАТ и ПАТ осознана ведущими странами (см. «Производственные наносистемы. Обзор технологических перспектив», — дорожная карта, разработанная по заказу Министерства энергетики США; Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. — М.: 2008). Исследования в этом направлении ведутся широким фронтом. В России данное направление исследований фактически не разрабатывается; оно отсутствует в президентской инициативе «Стратегия развития nanoиндустрии» и не прописано в перечне работ фундаментальных исследований АН.

Решение проблемы видится в создании прогностической теории вещества как основы построения алгоритма и математического описания атомно-молекулярной сборки и компьютерного нанопроектирования. Ее можно сформулировать как поиск и установление корректных связей между макро- и микро уровнями вещества. Макроскопический уровень вещества характеризуется совокупностью свойств χ , которые причинно обусловлены надмолекулярной структурой S вещества. В свою очередь, структура S определяется энергией сцепления составляющих вещество микрочастиц, которые непосредственно обусловлены их свойствами α и внутренней структурой s , так что $\chi \rightarrow \alpha \rightarrow S \rightarrow s$. Это прямая задача теории вещества. Для ее решения необходимо знать электронное строение атомов. Единственный способ получения искомой информации заключа-

ется в экстраполяции макроскопических свойств вещества на микроуровень в рамках решения обратной задачи. Предварительные результаты в этой области обобщены в работах [1, 2]. В настоящее время имеются достоверные эмпирические данные (потенциалы ионизации и электрические поляризуемости атомов и ионов), которые были приняты для анализа и установления электронного строения атомов [3]. В результате этих исследований получена информация о внутриатомном строении, которая обеспечила саму возможность постановки и решения прямой задачи теории вещества. Установлена двуединая роль атома. С одной стороны, он выступает в роли строительного элемента вещества, а с другой, — в качестве элемента генетической информации о структурообразовании вещества. Сегодня эту информацию удалось расшифровать [3]. Наиболее существенным и характерным аспектом электронного строения атомов является их диполь-оболочечная структура, которая, собственно, и предопределяет саму возможность понимания природы и механизмов структурообразования вещества. Настоящие исследования позволили установить основополагающие закономерности атомно-молекулярной сборки в цепи причинно обусловленных звеньев: электронное строение атомов → природа и механизм парного связывания атомов и молекул → сборка пар атомов и молекул в многоатомные и многомолекулярные системы. Исходным звеном и ключом к построению атомно-молекулярной сборки выступают атомы.

Настоящие исследования легли в основу разрабатываемой в Институте динамики систем и теории управления СО РАН прогностической теории вещества [4,5], которая может стать основой для построения системы программно-управляемого атомно-молекулярного манипулятора [6] как основы ТАТ и ПАТ. В настоящее время основные положения данного подхода к построению интеллектуальных наноманипуляторов апробированы. Стало возможным разработать стратегию становления ТАТ и ПАТ и сформулировать основополагающие принципы проектирования и конструирования атомно-молекулярных систем. Основные положения по теме исследования опубликованы и защищены авторскими свидетельствами и патентами на изобретения. Отечественных и зарубежных аналогов нет. **Фактически речь идет о революционном**

прорыве в области создания автоматических программно-управляемых технологий и производств атомной точности (ТАТ и ПАТ). В данной области исследований пока сохраняется отечественный приоритет.

Считаю целесообразным обсудить проблему теоретического обеспечения ТАТ и ПАТ.

Список литературы

1. *Потапов А. А.* Ориентационная поляризация: поиск оптимальных моделей / А. А. Потапов. — Новосибирск: Наука, 2000. — 336 с.
2. *Потапов А. А.* Деформационная поляризация: поиск оптимальных моделей / А. А. Потапов. — Новосибирск: Наука, 2004. — 511 с.
3. *Потапов А. А.* Электронное строение атомов / А. А. Потапов. — М., Ижевск: РХД, 2009. — 264.
4. *Потапов А. А.* Научные основы нанотехнологии // Нанотехника / А. А. Потапов. — 2009. — № 1. — С. 8–26.
5. *Потапов А. А.* Атом: ключ к созданию основ нанотехнологии // Нано и микросистемная техника / А. А. Потапов. — 2009. — № 1. — С. 2–7.
6. *Бычков И. В., Потапов А. А.* Система программного управления атомно-молекулярным манипулятором / И. В. Бычков, А. А. Потапов // Сб. тезисов докладов 2-го международного форума по нанотехнологиям, 2009. — С. 195–197.

ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНО- И УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ

Пророкова Н. П., Вавилова С. Ю., Бузник В. М.

*Институт химии растворов РАН (ИХР РАН),
e-mail: npp@isc-ras.ru*

В ИХР РАН в течение ряда лет проводятся исследования модификации полипропиленовой нити в процессе ее формования. Направленное изменение потребительских свойств нити осуществлялось на основе введения в расплав полипропилена ульт-

традисперсного политетрафторэтилена. В работе использовался препарат марки «Флуралит» производства малого инновационного предприятия «Флуралит-синтез» (г. Москва). Он представляет собой ультрадисперсный порошок, который состоит из смеси низкомолекулярных и высокомолекулярных перфторированных линейных цепей $(-CF_2-)_n$, в низкомолекулярной фракции длина цепей может достигать десятков звеньев.

Нами показано, что введение в полипропилен в процессе формирования нити ультрадисперсного политетрафторэтилена способствует значительному (в 1,1–1,4 раза) возрастанию прочности нити. В существенный прирост прочности нитей, наблюдаемый при введении в полипропилен малых количеств наполнителя, вносит вклад как низко-, так и высокодисперсная фракция препарата. Как было показано ранее, низкодисперсные частицы политетрафторэтилена в нагретом состоянии деформируются и вытягиваются в продольном направлении, ориентируясь параллельно фибриллам волокнообразующего полимера и играя роль армирующих элементов. Частицы высокодисперсной фракции наполнителя (до 1 мкм), характеризующиеся высокой поверхностной энергией, как известно из литературы, распределяются в межсферолитном пространстве, причем имеют тенденцию накапливаться в менее упорядоченных, дефектных областях полимера. Это повышает степень совершенства надмолекулярных структур — происходит «залечивание» микродефектов, с которых могло бы начаться разрушение нити. Кроме того, повышается плотность упаковки сферолитов, происходит упорядочение структуры полимера, что также положительно сказывается на прочности сформованной из него нити.

Наличие частиц политетрафторэтилена в межсферолитном пространстве улучшает деформационные свойства полипропиленовой модифицированной нити, способствует повышению равномерности волокнистого материала (коэффициент вариации нити по разрывной нагрузке в результате введения в полипропилен 2 % политетрафторэтилена снижается на 5–8%).

Методами ИК-спектроскопии (МНПВО) и энергодисперсионного анализа показано, что частицы политетрафторэтилена, которые равномерно распределяются по всему объему сформованной нити, частично локализуются и на ее поверхности. Поскольку от

наличия на поверхности модифицированной нити фторсодержащего препарата зависит уровень поверхностной энергии полимера, а, значит, и его гидрофобность, оценивали способность модифицированного материала к смачиванию водой. О ней судили по краевым углам смачивания блоков, отлитых из обычного и модифицированного полипропилена. Во втором случае они существенно больше.

Таким образом, кроме повышенной прочности, модифицированная ультрадисперсным политетрафторэтиленом полипропиленовая нить приобретает пониженную гидрофобность. При ее изготовлении исчезает необходимость в использовании традиционного матирующего агента, поскольку белый порошкообразный политетрафторэтилен придает нити матовость.

Были проведены полупроизводственные и производственные испытания способа модифицирования полипропиленового материала ультрадисперсным политетрафторэтиленом на стадии получения полипропиленовых нитей, из которых в дальнейшем была изготовлена ткань, а также нетканого термоскрепленного полипропиленового полотна типа «спанбонд».

На основании результатов производственных испытаний было показано, что модифицирование полипропиленовых нитей ультрадисперсным политетрафторэтиленом на стадии формирования позволяет получить полипропиленовые материалы нового поколения (нити, ткани и нетканые материалы), обладающие улучшенными потребительскими характеристиками.

Модифицированные полипропиленовые нити обладают повышенной прочностью, высоким модулем упругости, улучшенной способностью к переработке. Нити получают в матированном виде без использования концентрата диоксида титана. При получении окрашенных в массу нитей значительно снижается обрывность. Ткань из модифицированных полипропиленовых нитей отличается высокими модулем упругости и износостойкостью, повышенной гидрофобностью.

Модифицированный нетканый полипропиленовый материал (спанбонд) отличается высокой равномерностью полотна по плотности, светостойкостью, повышенной гидрофобностью, износостойкостью.

Разработка защищена патентами РФ № 2394945 от 20.06.2010 и № 2411312 от 10.02.2011 гг., награждена медалью V Юбилейной

выставки научно-технических достижений, разработок и инноваций Ивановской области «Инновации — 2010» (октябрь 2010 г., г. Иваново), бронзовой медалью XIV Московского международного Салона изобретений и инновационных технологий (апрель 2011 г., Москва)

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок» на 2009 и 2010 гг.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Раков Э. Г.

РХТУ им. Менделеева

Углеродные нанотрубки (УНТ) по набору полезных свойств можно сопоставить только с родственными им графенами. Однако для выхода на промышленный уровень графенам потребуется по меньшей мере несколько лет, в то время как УНТ уже стали рыночным товаром. Суммарные производственные мощности в развитых странах достигли тысячи тонн УНТ в год. Немецкая фирма Bayec с 2008 г. производит 60 т/г УНТ, создает завод на 200 т/г и планирует в 2012 г. расширить мощности до 3000 т/г, французская Arkema к началу 2011 г. намеревалась запустить завод с годовой производительностью 400 т., китайская CNano объявила о создании мощностей на 500 т/г, а бельгийская Nanosyl — на 400 т/г. Со 100 до 500 т/г расширяет производство газофазных углеродных нановолокон японская Showa Denko.

Общепромышленная потребность в УНТ в 2010 г. оценивалась в 10 тыс. т/г. Число компаний, производящих УНТ, достигает 40. Началась узкая специализация предприятий: одни выпускают УНТ, другие из УНТ производят материалы, изделия или приборы.

После открытия в 2004 г. процесса «суперроста», который позволяет получать с высоким выходом массивы чистых однородных УНТ длиной до 15–18 мм и обеспечивает образование до 50 кг

трубок на 1 г катализатора, экономика производства УНТ может резко улучшиться. В Японии в 2011 г. планируется запустить первое небольшое (годовая мощность до 10 т) производство однослойных УНТ на основе процесса «суперроста». Можно полагать, что за первым заводом последуют другие. Это открывает новые возможности и в материаловедении.

Согласно 370-страничному аналитическому отчету, опубликованному в апреле 2011 г. компанией MarketsandMarkets, мировой рынок нанотрубок в 2016 г. достигнет 3.3 млрд. долл. США, а его ежегодный рост составит 12,4 %. К этому времени производственные мощности по многослойным нанотрубкам возрастут до 14 тыс. т., причем примерно на 6 тыс. т. будут созданы в азиатских странах.

Основное внимание в докладе предполагается обратить на производство новых материалов, содержащих УНТ. Такие материалы делятся на две большие группы. Одна из них включает консолидированные УНТ, материалы этой группы обычно на 95–100 % состоят из нанотрубок. Вторая группа представляет собой нанокompозиты, в которых УНТ являются наполнителями и содержатся в количестве от долей процента до примерно 5 %.

Важнейшими материалами первой группы являются «монокристаллические» структуры из УНТ; покрытия, пленки и нанобумага из УНТ; макрoволокна из УНТ и, наконец, «лес» — нанотрубки, расположенные параллельно друг другу и перпендикулярно подложке. Повышенное внимание привлекают прозрачные электропроводные пленки и покрытия, которые конкурируют с твердым раствором оксидов индия и олова и уже способны заменять этот дорогой и хрупкий материал в приборах фотоники и сенсорики. Американская компания Eikos разработала и с 2005 г. поставляет состав Invisicon™ ink для нанесения на подложки тонких пленок из УНТ. Компания Nanocomp Technologies объявила о поставках прочных макрoволокон длиной до 10 км, для изготовления которых используют длинные нанотрубки.

Среди материалов второй группы — нанокompозитов — наибольшее внимание уделяется модифицированным полимерам. Созданы нанокompозиты на основе многих десятков полимеров различных видов. Менее разработаны композиты на основе керамик, металлов,

бетона биологических материалов, гибридные композиты, однако и им уделяется все более пристальное внимание.

Например, некоторые элементы планера серийного самолета F-35 компании Martin Lockheed изготавливаются из композитов с УНТ, примерно 100 компонентов планера пассажирского Boeing 787 предполагается изготавливать с их применением.

Сегодня УНТ начинают определять уровень развития наноструктурного материаловедения и в заметной степени состояние науки и техники отдельных стран.

ИНЖИНИРИНГ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Раткин Л. С.

ООО «АРГМ»

Изучены разные методы инжиниринга программных комплексов. Обозначены основные принципы их применения при производстве продукции гражданского назначения. Алгоритмическая оптимизация, рост объемов сохраняемых и обрабатываемых данных, и развитие суперкомпьютерных технологий обуславливает необходимость создания соответствующих специализированных программных комплексов.

Для сравнительного анализа данных расчетов необходима мобильная реконфигурируемая платформа, эксплуатация которой в разных режимах предполагает доступ к части данных в глобальной сети. Между тем, по прежнему недостаточно внимания в гражданской промышленности уделяется защите данных от несанкционированного доступа в программных комплексах по производству наноматериалов.

Традиционно применяется криптографическая защита данных для программных комплексов. Но в отличие от программных

комплексов других отраслей, базы знаний и базы данных пополняются непрерывно. Их рост приводит к затратам на непрерывное увеличение временных ресурсов на шифрование данных при неизменной производительности системы, или увеличение затрат на модернизацию оборудования для повышения производительности системы в целом или.

Разработанная автором инновационная методика защиты данных может использоваться для защиты программных комплексов. Получен патент на изобретение. Методика основана на технологии многократного вложения сохраняемого изображения в новые файлы и позволяет использовать свойство непрерывного роста их числа.

Имеется документ ФГУ «ФИПС», согласно которому аналогами разработки являются программные продукты фирм «Microsoft Corporation» и «Sun Microsystems» (уровень релевантности — «А»), что подчеркивает ее инновационный характер. В докладе приводятся примеры использования методики.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕПОЗИТОРНЫХ СИСТЕМ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С МЕТОДАМИ ОПТИМИЗАЦИИ ОТВЕТА НА ЗАПРОС И ОПЕРАТИВНЫМ ДОСТУПОМ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ

Раткин Л. С.

ООО «АРГМ»

В качестве примера конструирования репозиторной системы по исследованию нанотехнологической продукции с методами оптимизации ответа на запрос и оперативным доступом к сети промышленных вычислительных кластеров в докладе рассматривается Система учета и распределения поступающих в организацию документов по нанотехнологической проблематике с анализом ключевых слов.

Помимо регистрации и юридического сопровождения, каждый поступающий документ обязательно оцифровывается для последующего использования в системе. Его сканирование производится с любого терминального пункта (ТП).

Распознавание отсканированного файла (РОФ) с текстом в силу длительности процедуры РОФ, может быть осуществлено не только на ТП приема документа, но и на любых других пунктах, в частности, в распределенном режиме. Эти пункты должны иметь свободные физические и временные ресурсы (загрузку процессора, оперативную и дисковую память и т. д.). После распознавания производится сохранение электронной копии документа на наиболее пригодных (доступных) элементах тех промышленных вычислительных кластеров (ПВК), к которым относится нанотехнологическая тематика отсканированного документа (нефтегазовая отрасль, медицина и т. д.). Имеется патент на изобретение.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ НАНОИНДУСТРИАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ: СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Раткин Л.С.

ООО «АРГМ»

При изучении разных методик подготовки специалистов нанотехнологического профиля необходимо также уделять внимание преподаванию экономико-управленческого цикла дисциплин. В соответствии с ними используются разные методы интеграции корпоративных информационных систем (КИС). В современных КИС информационные системы (ИС) по учету основных этапов жизненного цикла нанопродукции, в частности, помимо НИОКР, опытного и серийного производства и маркетинга, включают ряд вспомогательных систем по учету командировок, переговоров, до-

говоров и контрактов на поставку наноиндустриальной продукции с отчетностью как по Российским стандартам бухгалтерского учета (РСБУ), так и по Международным стандартам финансовой отчетности (МСФО).

Например, от других информационных систем ИС «Наноиндустриальная продукция» отличается возможностью непрерывного пополнения базы данных иллюстративных материалов. По соответствующей конкретному виду наноиндустриальной продукции номенклатурной позиции представлена подробная характеристика с указанием перечня соисполнителей, головного исполнителя по проекту, условий получения, системного интегратора, особенностей эксплуатации и нанометрового диапазона. Каждую номенклатурную позицию сопровождает графический материал — иллюстрации, схемы, рисунки, фотографии, чертежи и т. д. Разработка защищена патентом на изобретение.

Естественными свойствами системы являются оптимизация транзакций с помощью OLTP-технологий, построение OLAP-кубов и их сечений и непрерывная обработка массивов данных. Такой подход позволяет сформировать уникальную базу знаний взаимосвязи различных участков предметных областей в наноиндустриальной сфере.

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА В ДУБНЕ

Рац А. А.

Особая экономическая зона «ДУБНА»

На сегодняшний день из 80 компаний-резидентов Особой экономической зоны «Дубна» количество компаний подходящих под определение «нанотехнологии» составляет 30. Из которых 18 — в сфере ядерно-физического направления, а 12 — в сфере биотехнологий и медицины.

Научно-технологические направления

Радиационно-ионные технологии	Электронные компоненты и функциональные нанокompозиты	Нанохарактеризация	Биомедицинские нанотехнологии	Конструкционные композиционные материалы
Трековые мембраны, темплатные технологии, металл-полимерные композиты; тестирование электроники для космоса; ионная имплантация; голл-to-голл технологии	Микропиксельные детекторы; Разработка и испытания электронных компонентов; Коллоидный синтез наночастиц	Электронная микроскопия, рентгеновский анализ, нейтронотрография на ИБР-2М	Радиационная медицина; GMP-контрактное опытное генноинженерное производство	Прототипирование, разработка регламентов, методик испытаний и проведение испытаний композиционных материалов и конструкций из них

В рамках проекта Особой экономической зоны реализуется концепция создания нанотехнологического кластера в Дубне, а именно создание инфраструктуры поддержки проектов компаний, содержащей набор необходимых инфраструктурных, образовательных, инвестиционных инструментов. В том числе:

Нанотехнологический центр «Дубна» — создается в г. Дубне в числе первых четырех подобных центров по результатам открытого конкурса в рамках программы ГК «РоснаноТех» по развитию инфраструктуры поддержки проектов в сфере нанотехнологий.

НЦ «Дубна» ориентирован на коммерциализацию нанотехнологических разработок в России и на пространстве СНГ и последовательную интеграцию в глобальную инновационную систему. В НЦ «Дубна» вошли следующие системо-образующие компании-резиденты: **ЗАО «МИНЦ»** — разработка, внедрение новых технологий, **ООО «ЦЕДИС»** — Центр доклинических исследований, **ООО «ФармаГен»**-Центр прототипирования лекарственных средств.

Образовательная компонента представлена: **Университетом «Дубна»** — интеграция науки и образования, создание базовых кафедр и лабораторий, **Учебно-научным центром ОИЯИ** — создание единого образовательного процесса по подготовке высококвалифицированных кадров в ядерной физике, физике элементарных частиц, физике конденсированных сред, теоретической физике, технической физике и радиобиологии, другими образовательными учреждениями.

Так же в рамках НЦ «Дубна» используются возможности Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ (**МИЦНТ**), функционирует Научно-технический совет по нанотехнологиям.

На данный момент завершена **модернизация реактора ИБР-2**
Идет физический пуск реактора(ОИЯИ)

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ЕДИНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Рождествина В. И.¹, Сорокин А. П.²,
Кузминых В. М.², Киселева А. А.¹*

¹Институт геологии и природопользования ДВО РАН

²Амурский научный центр ДВО РАН, Благовещенск

Уголь является энергетическим сырьем, нередко содержащим ценные и полезные компоненты, в связи с этим большинство исследований направлены на комплексность его использования. Исследования, проводимые в Амурском научном центре ДВО РАН (АмурНЦ ДВО РАН) и Институте геологии и природопользования ДВО РАН (ИГиП ДВО РАН), направлены на решение крупной фундаментальной проблемы — определение поведения Au в различных средах и условиях, с целью разработки надежного способа аналитического определения его содержания в углях и создания технологии единого производственного цикла рационального использования энергетического сырья с попутным извлечением Au и других полезных компонентов.

Несмотря на существующую аналитическую проблему при определении содержания благородных металлов в углеродистых породах, уже не вызывает сомнения их присутствие в углях [1–4]. В настоящее время в литературе обсуждается два направления в поведение золота при горении угля. Первое основано на преимущественном накоплении золота в золошлаковых отвалах и существенном увеличении его содержания в золе [6]. Предпринимались даже попытки промышленной переработки золошлаковых отходов [5], но экономически выгодных технологических решений не было найдено. В основе второго направления лежит том, что золото легко уносится с дымом и лишь незначительная его часть остается в золе [7, 3]. При этом, Г. М. Варшал с соавторами [7], на основе натуралистических и модельных экспериментов, предположили,

что золото при горении угля переходит в газовую фазу, образуя карбонилы и карбонилхлориды.

Таким образом, вопросы поведения и трансформации золота в процессе горения угля, формах его переноса остаются открытыми. Их решение, в итоге, должно создать фундаментальную базу для разработки технологий попутного извлечения золота из углей в процессе его сжигания.

Объектами изучения служили крупнейшие буроугольные месторождения Приамурья и Приморья [3–4]. Для проведения экспериментальных исследований в АмурНЦ ДВО РАН смонтирована опытно-лабораторная установка по улавливанию золота из дымов, сконструированная В.М. Кузминых. В основе ее создания лежит способ, подтвержденный патентами РФ [9–11].

В результате проведенных исследований на примере Ерковецкого месторождения установлено, что золото в бурых углях представлено высокопробным самородным золотом и его твердыми растворами Au–Ag, Au–Ag–Cu, Au–Cu(Ni, Zn). Частицы его преимущественно микронного и субмикронного уровня, губчатого рыхлого строения с порами, заполненными ОВ. Анализ диаграмм парных коэффициентов корреляции показывает слабую связь Au с большинством элементов и лишь для катионо- и анионогенных элементов-литофилов (Ba, Sr, Zr, Hf, Ge и Br) проявляется умеренная и средняя корреляционная зависимость с Au. В углях Ba, Sr и Zr имеют собственные микроминералы, Hf в виде примеси установлен в циркониевых минералах, Ge и Br — рассеянные элементы. Накопление данных элементов в углях связано с их аккумуляцией из растворов растениями-углеобразователями, торфом и буроугольным ОВ. Полученные данные свидетельствуют о тесной генетической связи золота с ОВ.

При горении угля ультратонкие частицы золота уносятся с дымом, и лишь незначительная часть остается в золе топочной камеры. Свидетельством того, что частицы золота, обнаруженные в дымах, не переотложенные является их морфоструктурные характеристики и химический состав, идентичный частицам из углей. Размеры, рыхлое губчатое строение частиц золота и связь с ОВ способствует их уносу с летучей золой. Частицы золота установлены на всех стадиях осаждения паро-дымовой смеси. Максимальное их количество

переходит в конденсат вместе с аэрозолями тяжелых углеводородов, не растворимых в воде. Углеводороды покрывают золото пленкой, заполняют его внутренние пустоты.

После первой стадии конденсации, дым существенно очищается от тяжелых углеводородов и частиц тяжелых металлов. Второй этап конденсации способствует осаждению более легких фаз летучей золы, поглощенные паром газообразные продукты переходят в растворенную форму, а при испарении воды выпадают в виде новообразованных фаз, нередко с образованием кристаллов. Две стадии конденсации паро-дымовой смеси обеспечивают достаточно высокий уровень очистки дыма, но, несмотря на это, более тонкие в основном алюмосиликатные частицы, среди которых обнаружены единичные частицы золота, а также сульфиды серебра, улетучиваются в атмосферу.

Использование данного метода очистки дымов позволяет решить две важные задачи угольной промышленности. Первая - это решение проблемы загрязнения экосистем, вторая – комплексное использование энергетического сырья с получением конденсатов, существенно обогащенных полезными компонентами.

Список литературы

1. *Середин В. В.* Распределение и условия формирования благородно-металльного оруденения в угленосных впадинах / В. В. Середин // Геология рудных месторождений. — 2007. — Т. 49. — № 1. — С. 3–36.

2. *Арбузов С. И.* Формы концентрирования золота в углях Сибири / С. И. Арбузов, С. Г. Маслов, Л. П. Рихванов, А. Ф. Судыко // Геол. и охрана недр. — 2003. — № 3. — С. 15–19.

3. *Сорокин А. П.* Золото в бурых углях: условия локализации, формы нахождения, методы извлечения / А. П. Сорокин, В. М. Кузьминых, В. И. Рождествина // Доклады АН. — 2009. — Т. 424. — № 2. — С. 239–243.

4. *Рождествина В. И.* Первые находки самородных палладия, платины, золота и серебра в бурых углях Ерковецкого месторождения (Верхнее Приамурье) / В. И. Рождествина, А. П. Сорокин // Тихоокеанская геология. 2010. Т.29. № 6. С. 26-38.

5. *Леонов С. Б.* Промышленная добыча золота из золошлаковых отходов тепловых электростанций / С. Б. Леонов, К. В. Федотов, А. Е. Сенченко // Горн. журн. — 1998. — № 5. — С. 67–68.

6. Черепанов А. А. Благородные металлы в золошлаковых отходах Дальневосточных ТЭЦ / А. А. Черепанов // Тихоокеанская геология. — 2008. — Т. 27. — № 2. — С. 16–28.

7. Варшал Г. М. О концентрировании благородных металлов углеродистым веществом пород / Г. М. Варшал, Т. К. Велюханова, И. Я. Кошеева [и др.] // Геохимия. — 1994. — № 6. — С. 814–824.

8. Пат. 2245931 Российская Федерация, МПК7 С 22 В 11/02, G 01 N 33/00. Способ определения золота в золотосодержащем сырье. Пат. РФ № 2245931 // Бюл. 2003. № 4.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОР

Светцов В. И.

*Ивановский государственный
химико-технологический университет*

В связи с междисциплинарным характером nanoотраслей и необходимостью постоянно отслеживать быстро меняющиеся потребности общества в трудовых ресурсах возникает потребность во введении соответствующих изменений в систему образования.

Одним из факторов, ограничивающих применение нанотехнологий является недостаток квалифицированных инженерно-технических кадров. Это сказывается и на стадии принятия управленческих решений, и при отработке технологических режимов, и в реализации производственных процессов. Выпускник вуза, не имеющий представления о сути и возможностях нанотехнологий, оказывается неспособным их использовать.

Очевидно, что задача подготовки специалистов не может быть решена путем открытия новых специальностей в данной предметной области и требует создания системы нанотехнологической подготовки выпускников всех технических и технологических направлений и специальностей.

Предлагаемая концепция заключается в создании системы нанотехнологической подготовки в рамках действующих специальностей и направлений путем:

— введения общих интегрированных курсов по нанопроцессам и нанотехнологиям для направлений и специальностей технологического профиля в объеме 150–250 ч и специальных курсов в объеме 70–100 ч. Эти курсы должны дать общие представления об интенсивных процессах и технологиях и отразить возможности и специфику использования нанотехнологий в отрасли.

— рассмотрение проблем, связанных с нанотехникой и нанотехнологиями во всех учебных дисциплинах естественно-научного, общепрофессионального и специального циклов. Так, например, в курсе физики можно уделить внимание квантовым аспектам наноматериалов и наноустройств, в органической химии дать сведения о структуре и свойствах фуллеренов, фуллеритов и нанотрубок, в аналитической химии рассмотреть возможности сканирующего электронного и атомно-силового микроскопов не только как средств исследования, но и как технологического инструмента. Аналогичные примеры можно привести и для общепрофессиональных дисциплин.

— организации специализаций в области нанотехники и нанотехнологий в рамках отдельных специальностей и магистерских программ с целью подготовки высококвалифицированных инженерных и научных кадров.

В Ивановском государственном химико-технологическом университете

разработаны основные подходы к созданию учебно-методического обеспечения подготовки инженеров в области нанотехнологий, а так же организована подготовка специалистов в рамках отдельных специализаций и магистерских программ.

В учебные планы всех технологических специальностей введена дисциплина «Физико-химические основы нанотехнологий», подготовлена рабочая программа дисциплины, издан конспект лекций.

На кафедре «Технология приборов и материалов электронной техники» организованы специализации, связанные с проблемами нанотехнологий:

— Направление «Электроника и микроэлектроника». Подготовка инженеров ведется по специальности «Микроэлектроника

и твердотельная электроника» со специализацией «Технология микро и нанoeлектроники».

— Направление «Материаловедение и технология новых материалов». Подготовка инженеров ведется по специальности «Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники» со специализацией «Ионно-плазменные и лазерные технологии в производстве изделий электронной техники».

Программа подготовки по перечисленным выше направлениям и специальностям включает три базовые дисциплины специализаций:

1. Вакуумно-плазменные процессы и технологии (вакуумно-плазменные методы получения пленок и покрытий различного назначения, модификация поверхности неорганических и полимерных материалов, плазменное упрочнение поверхностных слоев, плазмохимическое и ионнохимическое травление неорганических и полимерных материалов и изделий на их основе).

2. Корпускулярно-фотонные процессы и технологии (лазерные, электронно-лучевые, ионные и ионно-лучевые процессы и технологии получения, модификации и обработки неорганических и полимерных материалов и изделий на их основе).

3. Процессы микро и нанотехнологий.

Подготовлены и изданы учебные пособия по этим дисциплинам.

В этих курсах, а так же в дисциплинах по выбору студента, рассматриваются вопросы формирования потоков частиц и излучений, физико-химические закономерности их взаимодействия с твердым телом, анализируются подходы к выбору технологий и технологических режимов, приводятся примеры реализации конкретных нанотехнологических процессов.

С 2008–2009 учебного года начата подготовка магистров по программе «Микро и нанотехнологии в электронике». Подготовлен и реализуется рабочий учебный план, включающий семь учебных дисциплин, посвященных физическим и химическим процессам при формировании наноструктур и технологии их производства.

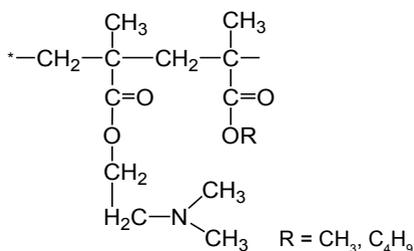
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БИОСОВМЕСТИМЫХ АМИНОСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ

*Симаненкова Л. М., Соколов В. В.,
Кильдеева Н. Р., Филатов Ю. Н.*

*Московский государственный текстильный
университет им. А.Н. Косыгина*

Полимерные материалы находят широкое применение при решении экологических и социальных задач. В зависимости от области использования к ним предъявляется определенный комплекс требований. Для очистки питьевой воды, в особенности воды, предназначенной для приготовления детского питания, биологических жидкостей, таких как кровь или плазма крови от ионов тяжелых металлов и радионуклидов могут использоваться только биосорбенты — сорбционно-активные материалы на основе биосовместимых полимеров. Таких полимеров совсем немного: среди природных полимеров наиболее перспективным является хитозан — биосовместимый и биodeградируемый полимер, содержащий доступные для модификации аминогруппы, которые к тому же придают ему сорбционные свойства.

Перспективными полимерами для создания биосорбентов и других материалов медико-биологического назначения являются разрешенные для использования в медицине аминокислотосодержащие сополимеры на основе производных эфиров акриловой и метакриловой кислот, известные под торговой маркой Eudragit. Эти сополимеры были разработаны специально для использования в фармацевтической промышленности и применяются в качестве покрытий таблетированных лекарственных форм и систем контролируемой доставки лекарств. Eudragit E представляет собой сополимер метил(бутил)метакрилата и диметиламиноэтилметакрилата:



Наиболее эффективной формой сорбента является волокнистая форма. Однако, сформировать волокно традиционными методами формования из хитозана довольно сложно, а из Eudragit E невозможно, т. к. он является дифильным полимером, т. е. содержит полярные и неполярные группы, в результате чего сворачивается в плотные клубки как в полярных, так и в неполярных растворителях. Однако, Eudragit E растворяется в различных по природе растворителях и содержит легко ионизирующиеся группы, что это является предпосылкой для получения волокон на его основе методом электроформования.

Электроформование — процесс формирования нановолокна в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава. Электроформование позволяет получить волокна размерами от 100 нм до нескольких микрон. Для получения волокон методом электроформования были использованы установки капиллярного типа и установка для бесфильтрного формования Nanospider (фирма Эльмарко, Чехия).

Была показана возможность получения ультратонкого волокна из аминоксодержащего сополиалкилметакрилата Eudragit E методом электроформования. С целью выбора оптимального состава формовочного раствора исследованы электропроводность и поверхностное натяжение бинарных растворителей (этанол-хлороформ) и растворов Eudragit E различных концентраций в растворителях различного состава. Оптимизированы условия получения и впервые получены бездефектные волокна диаметром 200–400 нм из 17 % раствора Eudragit E в бинарном растворителе этанол-хлороформ 60:40.

Показана эффективность использования ультратонких волокон Eudragit для удаления ионов металлов из питьевой и сточных вод. Полученное волокно, благодаря высокой удельной поверхности, обладает большей сорбционной способностью, чем порошковая форма полимера Eudragit E.

НАНОВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА: СВОЙСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ

Сонина А. Н., Леснякова Л. В., Моргунов Г. К., Вихорева Г. А.

Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина

Супертонкие наноразмерные хитозановые волокна с развитой поверхностью представляют большой интерес для изготовления фильтрационных и сорбционных материалов, используемых в том числе в аналитических целях при мониторинге состояния окружающей среды в зонах с повышенной загрязненностью радионуклидами. Кроме того, такие волокна в виде нетканых материалов применяют в медицине и биоинженерии как покрытия на ожоговые раны и как матрица для иммобилизации лекарственных веществ и клеток. Используемый в настоящее время метод получения нановолокнистых полимерных материалов — электроформование (ЭФ) по характеру процессов, приводящих к волокнообразованию, относится к «сухому» методу, при котором образование и отверждение очень тонких заряженных струек формовочного раствора происходит в электрическом поле, при этом один электрод помещают в раствор, а другим является движущийся приемный металлический коллектор. Электрическое поле вызывает деформирование (растяжение) капли формовочного раствора до струи. Образующаяся струя неустойчива и испарение растворителя приводит к ее растяжению, утонению и многократным изгибам, а отвержденные и перепутанные волокна длиной до 1 м укладываются в виде холстика. Учитывая роль электрического поля как основной тянущей силы и огромные величины

поверхности тончайших струй формовочного раствора, наряду с ММ используемых полимеров, типом растворителя, концентрацией и вязкостью формовочных растворов важными параметрами процесса ЭФ являются электропроводность и поверхностное натяжение растворов полимера.

Обычно используют 3–20%-ные растворы полимеров с ММ порядка нескольких десятков или сотен тысяч с динамической вязкостью ~ 1 Па·с, электропроводностью 10^{-4} – 1 См/м и поверхностным натяжением не более 50 мН/м. Повышение концентрации формовочного раствора увеличивает производительность процесса, но вязкость раствора при этом должна быть не слишком большой, чтобы обеспечить образование струи и гашение капиллярных волн, разрушающих жидкую струю. Величины напряжения и расстояния между электродами колеблются в пределах 3–5 кВ/см и 10–20 см, соответственно. Следует отметить, что несмотря на проводимые в последнее время интенсивные исследования, однозначные закономерности и рекомендации по выбору условий ЭФ отсутствуют и данный процесс еще не нашел достаточного теоретического обоснования. Особенно это касается ЭФ нановолокон из полиэлектролитов, в том числе хитозана, получаемого из природного полисахарида хитина путем его щелочного дезацетилирования и характеризующегося химической и физической неоднородностью.

Проведенный анализ литературных данных показал, что стабильно процесс ЭФ хитозановых нановолокон из уксуснокислотных растворов полимера протекает лишь при использовании в качестве растворителя очень концентрированной (80–90%-ной) уксусной кислоты, что с технологической и экологической точек зрения не является целесообразным, поскольку хитозан хорошо растворяется и в разбавленной (2–10%-ной) кислоте. Как уже указывалось, поверхностное натяжение — один из факторов, определяющих стабильность процесса ЭФ и поскольку с повышением концентрации уксусной кислоты поверхностное натяжение растворов снижается, это способствует формированию струй. Другие известные сведения о влиянии состава раствора, строения хитозана и условий процесса на его успешность не так однозначны. При этом данные о влиянии ММ полимера на стабильность ЭФ и морфологию получаемого материала надо рассматривать в сово-

купности с другими его характеристиками, в частности, степенью дезацетилирования, изменяющейся в широких пределах 0,54–0,95 и которая существенно влияет на вязкость и электропроводность растворов. Учитывая, что хитозан жесткоцепной полимер, образующий высоковязкие растворы, трудно перерабатываемые в нити и волокна, в формовочные растворы часто вводят более гибкоцепные полиэтиленоксид или поливиниловый спирт (ПВС) в количестве от 5 до 90 масс. %, что для ряда практических применений является неприемлемым.

В данной работе детально исследован фракционный состав ряда коммерческих образцов хитозана, его влияние на структурно-реологические и электрические свойства растворов полимера в уксусной кислоте различной концентрации и успешность процесса ЭФ. Показана возможность снижения поверхностного натяжения растворов полимера введением ПАВ без существенного повышения их электропроводности. Кроме того, впервые показана возможность ЭФ хитозансодержащих нановолокнистых материалов из сополимеров хитозана с ПВС, получаемых по инновационной твердофазной технологии.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Тимова И. И., Тимов А. О., Тимов О. П., Колобов П. В.

*Восточно-Сибирский государственный
технологический университет*

В последние годы был предложен новый способ определения поверхностной активности, который основан на перемещении жидкости поверхностно-активными веществами [1], и прибор для измерения дальности распространения микроволн [2] на котором осуществляется регистрация и запись процессов происходящих при перемещении жидкости поверхностно-активными веществами, содержащимися в капле раствора ПАВ.

В работе капилляр пипетки располагался над слоем жидкости известной толщины в установке, подробное описание которой приведено в литературе и Интернете [2, 3]. Для наблюдения и последующего измерения процесс фиксировался видеокамерой на жесткий диск компьютера. Капилляр пипетки располагали на разной высоте от изучаемой поверхности, на которой находилась жидкость (вода) от 1,5 до 4 мм. Также изменяли толщину слоя жидкости от 0,3 до 0,6 мм. Результаты измерений приведены в табл. 1.

В качестве объектов исследований использовали пластины из монокристалла кремния далее — «кремний», монокристалла LiNbO_3 далее «литий», и бумагу «СНЕГУРОЧКА» с плотностью 80 г/м².

Наблюдения показали, что с уменьшением высоты расположения капилляра над изучаемой поверхностью ее очищение от жидкости происходит более интенсивно. Толщину воды в 0,3 мм ПАВ смещает по изучаемой поверхности за 6–7 секунд. С уменьшением толщины жидкости очищение поверхности происходит быстрее. Самая большая скорость перемещения жидкости наблюдается на кремнии, а наименьшая на бумаге. Можно предположить, что с поверхностью бумаги связь воды выше, чем с поверхностью пластин лития и кремния. В то же время толщина слоя воды который еще может сместиться под действием ПАВ для бумаги меньше чем для пластин лития и кремния. Возникающее противоречие, (меньшая скорость при малой толщине слоя воды) возможно, объясняется шероховатостью поверхности. Средняя величина шероховатости поверхности в микронах образцов полученная на приборе «ПРО-ФИЛОМЕТР — 296» составляет: бумага — 4,55; литий — 1,16; кремний — 0,75. Физическая сущность этого показателя состоит в том, что чем больше его значение, тем больше разность между наивысшей и наименьшей точкой поверхности (перепад высот) тем больше шероховатость. Следовательно, наиболее шероховатой будет бумага затем литий и кремний. В обратном порядке выстраивается скорость перемещения жидкости. С коэффициентом корреляции — 0,999. При одних и тех же параметрах (высота капилляра пипетки над поверхностью 3,5 мм и толщина жидкости 0,3 мм скорость перемещения жидкости будет: бумага — 2,62; литий 16,49; кремний 18,9 мм³/сек. На первый взгляд полученные результаты

Результаты измерения параметров перемещения поверхностно-активным веществом жидкости на разных поверхностях «бесконтактным» способом

Объект	Высота над поверхностью объекта, мм	Толщина слоя воды, мм	Время прорыва всей толшины слоя воды, сек	Диаметр слоя перемещенной жидкости через 20 кадров (4 сек), мм	Скорость перемещения жидкости, мм/сек	Объем перемещенной жидкости, мм ³	Время от начала воздействия, сек	Скорость перемещения жидкости через 20 кадров (4 сек), мм ³ /сек	Скорость перемещения от начала воздействия, мм ³ /сек
Литий	3,5	0,3	1,4	16,7		65,99	5,4	16,49	12,22
	3,5	0,4	6,8	17,05		91,32	10,8	22,83	8,45
	2,0	0,5	0,6	13,12	6,39	67,61	4,6	16,90	14,69
Кремний	3,5	0,3	2,0	17,91	5,27	75,61	6,0	18,90	12,60
	2,5	0,5	0,8	17,05		114,15	4,8	28,53	23,78
	2,0	0,5	0,8	17,52		120,55	4,8	30,13	25,11
Бумага	3,5	0,3	8,2	6,67	3,53	10,51	12,2	2,62	0,86
	3,0	0,3	5,0	9,74		22,36	9,0	5,59	2,48
	2,5	0,3	1,6	7,86		14,54	5,6	3,64	2,6
	2,0	0,3	1,0	7,54		13,41	5,0	3,35	2,68
	1,5	0,3	0,4	8,32		16,34	4,4	4,08	3,71

подтверждают вывод о влиянии шероховатости на скорость перемещения жидкости. Однако, этот аспект требует более детального изучения.

Процесс «бесконтактного» перемещения жидкости поверхностно-активным веществом складывается из нескольких этапов. В начале перемещения, поверхностно-активное вещество как бы снимает с поверхности воды слои молекул фиксированные в этом слое за счет взаимодействия с молекулами воздуха и между собой. Это хорошо было видно при исследовании свойств поверхности материалов используемых в электронике для создания интегральных схем. В ходе эксперимента было замечено, что на поверхности разрушаемого слоя воды появляются кольцевые структуры, исчезающие со временем. (см. рис 1 и 2)

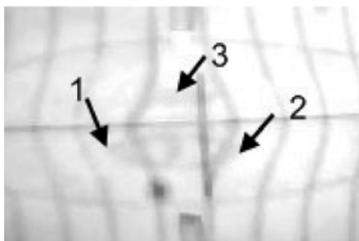


Рис. 1.

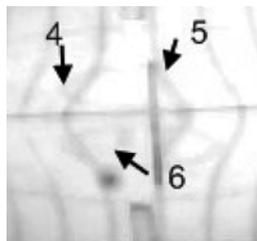


Рис. 2.

На рис 1 стрелки 1 и 2 показано положение краев образовавшейся кольцевой структуры. Стрелка 3 показывает зарождение новой кольцевой структуры. На рисунке 2 стрелками 4 и 5 показано положение краев кольцевой структуры образовавшейся из структуры помеченной стрелкой 3 (рис. 1) Стрелкой 6 показано зарождение новой кольцевой структуры. Измерениями и расчетами установлено, что для образования такой площади кольцевой структуры диаметр «микрокапли» может быть в пределах $0,00020245$ м. Содержать более $2,82743E+13$ молекул. Размер капли достаточно большой.

Расчеты, показывают, что одна молекула ПАВ может переместить 3,5 миллиона молекул воды и более. [3] Если использовать эту величину для расчета количества молекул ПАВ для перемещения тех объемов жидкости, которые приведены в таблице 1 то получится,

что наибольшее количество молекул пошедшее на перемещение будет равно $1,15233E+15$ а наименьшее $1,00465E+14$. А количество капель указанного выше размера, которое необходимо доставить на поверхность будет в первом случае 41 во втором 4. Естественно, что количество капель значительно больше, а размер капель меньше, и возможно приближается к наноразмерным.

Технология может использоваться для характеристики наноматериалов материалов.

Список литератур

1. *Титов А. О., Титов О. П., Титов М. О.* Патент 2362141 Способ определения количества жидкости, перемещаемой поверхностно – активным веществом.

2. *Титов А. О., Титов О. П., Титов М. О.* Патент 2362979 Устройство для определения дальности распространения микроволн по поверхности слоя жидкости.

3. http://www.nanometer.ru/2010/11/05/internet_olimpiada_220718.html

ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ МГУ: ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СКВОЗЬ ПРИЗМУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Третьяков Ю. Д., Путьяев В. И.

*Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова*

Факультет наук о материалах МГУ (ФНМ) — одно из немногих учебно-научных подразделений в рамках классических университетов России развивающих междисциплинарное направление материаловедческого характера «Химия, физика и механика материалов». В нынешнем 2011 г. ФНМ исполняется 20 лет; пройденный путь позволяет оценить остроту кадровых проблем, стоящих перед нанотехнологическим сообществом России, и наметить пути их решения.

Определенная доля доклада посвящена общим сведениям о факультете, специфике его образовательной программы и научно-исследовательской работе студентов, как продолжению усилий факультета по воспитанию научной элиты. Основная часть доклада сконцентрирована вокруг научно-исследовательской работы, наиболее близкой тематике нанотехнологий и наноматериалов: гидрофобным и гидрофильным квантовым точкам для целей фотовольтаики и биомедицинских применений, нанотрубкам и композитам на их основе, наноструктурированным материалам для (фото) катализа.

В докладе планируется обсудить аспект внедрения результатов научно-исследовательской работы и целесообразность вовлечения в этот вид деятельности студентов и аспирантов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ (МЭМС) В РОССИИ

Урманов Д. М.

*Академия навигации и управления движением;
Русская Ассоциация МЭМС; e-mail: urmanov@tems-russia.ru*

В докладе рассматриваются существующие на сегодня тенденции зарубежного рынка инновационных малогабаритных инерциальных систем на основе МЭМС акселерометров, гироскопов и инклинометров.

Отображаются основные сферы применения указанных систем, освоенные в настоящее время ведущими зарубежными производителями.

Анализируются возможные рыночные ниши для применения малогабаритных инерциальных систем в России (в судостроении, авиастроении, нефтегазовой промышленности, сфере безопасности и др.)

Рассматривается положительный опыт российско-немецкой кооперации при разработке и производстве первого российского 2-х осевого МЭМС — инклинометра на основе инновационной технологии глубокого травления. Отображаются результаты испытаний данного МЭМС сенсора.

Описывается текущее состояние проекта по разработке и производству российского 2-х осевого МЭМС акселерометра $\pm 30g$ по технологиям глубокого травления. Оцениваются перспективы его применения на российском рынке.

Отображается опыт «Русской Ассоциации МЭМС» по организации кооперации российских и зарубежных предприятий в сфере производства микро- и наноэлектромеханических систем.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МАЛОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ КОМПАНИИ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Фастов И. С.

ЗАО «Нанотехнологии и инновации»

Учрежденная в 2007 г. компания ЗАО «Нанотехнологии и инновации» создавалась с целью разработки и коммерциализации ряда технологий, связанных с созданием наноконтейнеров, на основе алюмосиликатных нанотрубок, наноконтейнерных модификаторов, а так же композиционных материалов и материалов с заданными свойствами на их основе. В качестве целевых областей были выбраны, прежде всего, пластмассы, ЛКМ, строительные смеси, керамика, инкапсуляция химически и биологически активных веществ в косметологии, медицине, сельском хозяйстве и аэрокосмическом секторе.

С момента учреждения компания успела создать свою лабораторию, широкую сеть партнеров в России и зарубежом, стать абсолютным победителем конкурса «Московский предприниматель»

в номинации «Научная деятельность» и получить звание «Лидер малого бизнеса Москвы». В компании накоплен уникальный опыт ведения инновационного бизнеса в России.

В ходе выступления будут затронуты следующие вопросы (предварительный план):

- Краткая история компании (цель создания, бизнес-модель, достижения);
- Краткое описание технологии и продукта;
- Советы начинающим предпринимателям;
- Психология предпринимателя в высокотехнологичных секторах;
- Ключевые факторы успеха малого инновационного бизнеса;
- Управление развитием сотрудников как фактор долгосрочного конкурентного преимущества;
- Практические советы по построению системы стратегического, тактического и оперативного управления и контролинга;
- Реальный опыт работы в России и взгляд на перспективу.

РАЗРАБОТКА АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ НАНОКОНТЕЙНЕРОВ И ИХ ПРИМИНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Фастов С. А.

ЗАО «Нанотех-Актив»

Нами проведены исследования и разработана технология получения алюмосиликатных нанотрубок (АНТ) со следующим основными параметрами: внешний диаметр 40–150 нм, внутренний диаметр 5–40 нм, длина 500–3000 нм, удельная площадь поверхности — 60–150 м²/г. Продукция может быть использована в различных областях, это, прежде всего, композиты, строительные смеси, керамика, для инкапсулирования химически и биологически активных веществ в косметологии, медицине и сельском хозяйстве, а также АНТ могут быть покрыты металлами для по-

лучения проводящих наполнителей. Из-за пористой структуры и высокой каталитической активности АНТ могут использоваться в качестве различных катализаторов, а также в разделении жидкостей и газообразных смесей. Различная химическая структура внешних и внутренних сторон придает АНТ уникальные свойства, не встречающиеся в других нанотрубках. Одна из особенностей — различные поверхностные химические свойства на внутренних и внешних сторонах трубок. Кроме того, эти трубки могут быть селективно модифицированы во внешних или внутренних сторонах, что может принести пользу во многих применениях. Наша продукция — безвредный материал и не представляет дополнительного риска окружающей среде и обладающий значительно более низкой себестоимостью по сравнению с углеродными нанотрубками. Нет сомнения, что дальнейшее исследование алюмосиликатных нанотрубок принесет немалую коммерческую выгоду в применяемых областях.

НЕФТЕГАЗОВЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ — ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ВКЛАД В ПЕРЕХОД ЭКОНОМИКИ РОССИИ К VI ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ

Хавкин А. Я.

Институт проблем нефти и газа РАН

Энергетика всегда была ведущим сектором нашей экономики и имела для России особое значение. В топливно-энергетическом секторе производится четверть ВВП, треть промышленного производства, 60 % экспорта. Энергетика дает половину налоговых поступлений в федеральный бюджет, хотя в ней занято всего 4 % работающих людей. Она опирается на развитую ресурсную базу. На каждого жителя России приходится в 10 раз больше энергоресурсов, чем в среднем в мире [1].

Несмотря на кажущееся обилие энергоресурсов, Президент РФ В.В.Путин на совещании в 2007 г. по развитию нефтегазовой отрасли отметил, что нефтегазовые ресурсы используются недостаточно рачительно [2]. Президент РФ Д. А. Медведев в 2009 г. назвал одним из первых приоритетов российской экономики энергоэффективность и энергосбережение, отметив, что нужно не только наращивать добычу полезных ископаемых, но и добиваться лидерства во внедрении инноваций [3, 4]. Задачу внедрения инноваций в добыче нефти ставил и Вице-президент РАН академик Н.П.Лаверов [5].

В соответствие с Федеральным законом № 261-ФЗ [6] видно, что: 1) энергетический ресурс — запасы нефти; 2) вторичный энергетический ресурс — попутный газ; 3) энергосбережение — наиболее полное использование; 4) энергетическая эффективность — коэффициент извлечения нефти (КИН), коэффициент использования попутного газа.

Коэффициент извлечения нефти (КИН) для технологий разработки нефтяного месторождения это то же самое, что коэффициент полезного действия для машин. Чем КИН ближе к 1, тем процесс эффективнее. КИН зависит от геолого-физических условий залегаания нефти и определяется технико-технологическими и экономическими возможностями ее добычи.

В России КИН составляет 0,3–0,35. В США и Канаде — 0,4. В перспективе, согласно материалам Лондонского форума по нефтеотдаче, применение уже освоенных современных технологий позволит увеличить к 2020 г. величину среднего проектного КИН в мире до 0,5 [7]. Однако и эта величина значительно меньше георетически возможных значений КИН.

Потенциал методов извлечения нефти примерно таков: на естественном режиме истощения пластовой энергии достигается КИН при недонасыщенной газом нефти менее 0,1, при разгазировании нефти 0,05–0,25, в залежах с газовой шапкой 0,1–0,4 (в среднем на естественном режиме — 0,25), на вторичном режиме поддержания пластового давления водой (заводнение) — достигается КИН 0,25–0,40, а применение МУН (газовых, химических тепловых) позволяет достигать КИН 0,3–0,7 [8].

Увеличение КИН необходимо в связи с малым значением обеспеченности мира запасами нефти — обеспеченность равна всего

50 годам [9]. Но нефть нужна не только как топливо, а как основа нефтехимии, и поэтому полной ее замены найти невозможно.

Современные технологии повышения КИН — в основе своей нанотехнологии, т.е. технологии регулирования наноявлений в системе «нефть-вода-порода» и применения наноструктур [9].

Не отрицая необходимости активизации геолого-разведочных работ (ГРП), анализ экономической эффективности применения НТМУН [3] показывает, что их применение в освоенных районах может быть значительно дешевле (диапазон себестоимости 4–9 долл. США/баррель), чем применение традиционных технологий в новых районах. Но новые месторождения еще надо найти и обустроить (8–10 лет), а применить НТМУН в освоенных районах можно за счет инновационного подхода, не требующего капитальных вложений уровня ГРП и бурения новых эксплуатационных скважин.

Большую роль в добыче нефти в скором времени станут играть нанокolleктора (т. е. коллекторы с размерами пор менее 100 нм [6]), и для их разработки потребуются технологии, учитывающие наноразмер порового пространства. Так, залежи нефти баженовской свиты Западной Сибири, в которых еще не завершены процессы преобразования органического вещества (керогена) в подвижные углеводороды, имеют геологические ресурсы углеводородов более 100 млрд. тонн. Основная часть углеводородов сосредоточена в коллекторе со средним радиусом пор 8–25 нм. КИН при традиционных способах — 0,03–0,05, что нерентабельно. КИН при НТМУН может составить более 0,3. В этом случае потенциал прироста извлекаемых запасов нефти превысит 30 млрд. тонн [9].

Внедрение уже запатентованных НТМУН может обеспечить увеличение КИН до 0,45–0,50 (в 1,5–1,7 раза больше, чем ныне достигаемые 0,30–0,35), а их развитие — до 0,60–0,65. При этом КИН для традиционных запасов увеличиться на 0,20–0,25 до 0,60–0,70, для трудноизвлекаемых запасов — увеличение КИН в России составит 0,25–0,35 до 0,45–0,55 [9].

Запасы газа в месторождениях газогидратов, превышающие ранее найденные запасы углеводородов, также невозможно освоить без регулирования свойств газогидратов на ионном уровне. Более того, применение нанотехнологий позволит торговать природным газом в газогидратном состоянии при экспорте газа и возможности

обеспечить газом отдаленные поселения. Фактически речь идет о создании газогидратной отрасли ТЭК [9]. Кроме того, применение нанотехнологий позволит утилизировать попутный нефтяной газ и низконапорный природный.

VI-й технологический уклад ожидается с 2020 г. и технологический подъем экономики будет обеспечиваться развитием робототехники, биотехнологий, нанотехнологий, управлением здоровьем человека за счет новой медицины, новым природопользованием [10]. Поэтому нанотехнологии для нового природопользования — в первую очередь снижающие энергозатраты инновационные нанотехнологии в добыче нефти и газа, — позволят, в значительной степени, выполнить стоящие перед экономикой России задачи перехода к VI технологическому укладу.

Из изложенного видны следующие направления развития нефтегазовых нанотехнологий:

1. Увеличение коэффициента извлечения нефти до 0,5–0,6.
2. Снижение обводненности нефти с 85 % до 60–70 %.
3. Воздействие на глинистую составляющую пород.
4. Регулирование смачиваемости пород.
5. Воздействие на наноколлектора.
6. Снижение энергозатрат на закачку, подъем и подготовку нефти.
7. Разработка месторождений газогидратов.
8. Утилизация и торговля газом в газогидратном состоянии.
9. Утилизация низконапорного и попутного нефтяного газа.
10. Стабилизация неустойчивых коллекторов.
11. Большераходные наночастицы.
12. Применение наноконструкционных материалов.
13. Гидрофобные наножидкости и нанореагенты.
14. Регулирование состояния нанокластеров тяжелых углеводородов.
15. Упрочнение заколонного цемента при строительстве скважин.
16. Увеличение глубины переработки нефти.
17. Извлечение метана угольных пластов.
18. Экологическое улучшение работы всего нефтегазового комплекса.

Список литературы

1. Постановление научной сессии Общего собрания РАН «Энергетика России: проблемы и перспективы» // Вестник РАН, т. 76, 2006, № 5. С. 447–448.
2. Путин В. В. Россия является мировым лидером в добыче нефти и газа // Интернет, 2007, <http://www.rosbalt.ru/2007/08/06/404147.html>.
3. Медведев Д. А. Вступительное слово на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России // Москва, 18 июня 2009 г., Интернет, <http://www.kremlin.ru/transcripts/4506>.
4. Медведев Д. А. Послание Федеральному Собранию Российской Федерации 12 ноября 2009 г. // Интернет, 2009, <http://www.kremlin.ru>.
5. Лавров Н. П. Топливо-энергетические ресурсы // Вестник РАН, 2006, т. 76, № 5. С. 398–408.
6. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Интернет, <http://graph-kremlin.consultant.ru>.
7. Favennec J.-P. The Economics of EOR // Conference of Enhanced Oil Recovery (EOR), December 6, 2004, London, UK, <http://www.thecwcgroup.com/>.
8. Проблемы технологического увеличения извлекаемых запасов нефти в России / А. А. Босерман, В. И. Грайфер, И. С. Джафаров, А. Я. Хавкин [и др.] // Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям // Материалы Конференции в Москве 18–19 ноября 2008 г., ГД РФ. — М., Нефть и газ, 2008. — С. 236–237.
9. Хавкин А. Я. Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа / под ред. член-корр. РАН Г. К. Сафаралиева. — М., ИИКИ, 2010. — 692 с.
10. Малинецкий Г. Г. Страна входит в критическое десятилетие // Интернет, <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2009/georgii-malinetskii-doklad-o-perspektivakh-ru>.

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ТИТАНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВАКУУМЕ

*Хорьков К. С., Герке М. Н., Абрамов Д. В.,
Прокошев В. Г., Аракелян С. М.*

*Владимирский государственный университет
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ)*

В работе рассмотрено получение тонкопленочных покрытий титана путем лазерной абляции образцов в вакууме 10^{-4} Торр. Показаны результаты напыления при использовании Ti:Sapphire и Yb:KGW лазерных систем. Исследование наноструктурированных пленок на поверхности подложки показало присутствие кристаллической формы диоксида титана — рутила.

Технология получения тонких пленок развивается уже не первый десяток лет, и на сегодняшний день существует большое количество методов по нанесению пленок, которые условно можно классифицировать на механические, химические и физические методы. Среди физических стоит выделить получение пленок методом лазерной абляции мишени. Этот метод достаточно широко используется при изготовлении различных наноструктурированных материалов.

Исследования проводились на двух различных фемтосекундных лазерных системах. Фемтосекундная Ti:Sp лазерная система имеет следующие параметры: частота повторения импульсов 1 кГц, длительность импульса порядка 50 фс и энергия 1 мДж. Диаметр сфокусированного пятна составляет порядка 250 мкм. Иттербиевая фемтосекундная лазерная система с частотой повторения импульсов 10 кГц, длительностью импульса 280 фс, энергией 150 мкДж и диаметром сфокусированного пятна порядка 50 мкм. Вакуумная камера откачивалась турбомолекулярным насосом до давления 10^{-4} Торр. Сфокусированное излучение попадает на мишень, расположенную под углом 45° к излучению. Конструкция камеры позволяет

зафиксировать образец в неподвижном состоянии в требуемом положении. В качестве подложек использовались предметные стекла.

Сначала хотелось бы остановиться на полученных результатах при использовании иттербиевой лазерной системы (рис. 1, а).

Напыление происходило при различных параметрах, таких как скорость движения лазерного пучка по образцу, количества проходов и расстояния от образца до подложки. В основном случае получается достаточно равномерная пленка, но визуально видно, что выделяются несколько зон [1].

Более интересные свойства пленок обнаруживаются при напылении с помощью титан-сапфировой лазерной системы. После изъятия подложки с напыленной пленкой в центральной зоне происходит взаимодействие активных наночастиц с атмосферным кислородом. Судя по всему, концентрация частиц и толщина пленки в центральной зоне больше чем по краям, поэтому происходит перераспределение рельефа поверхности и образование квазиупорядоченных структур (рис. 1, б).

Для получения спектров использовалась зондовая нанолаборатория Интегра. Длина волны лазера 473 нм. На основе спектров комбинационного рассеяния в составе пленки имеет место быть кристаллическая форма оксида титана — рутил. Для рутила, из литературных источников [2], выраженные пики на $447, 611 \text{ см}^{-1}$ и более слабые на 244 и 145 см^{-1} совпадают с экспериментальными данными (рис. 2).

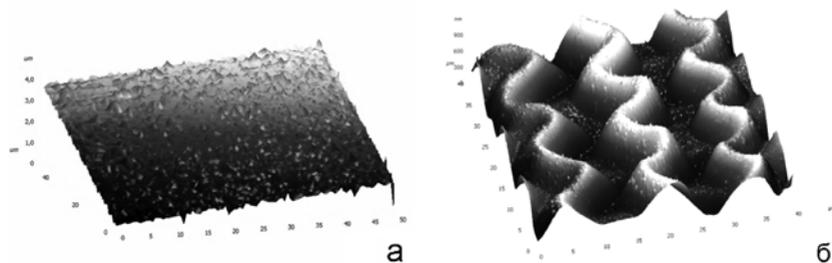


Рис. 1. Тонкопленочные покрытия: при напылении иттербиевой лазерной системы (а), при использовании титан-сапфировой лазерной системы (б)

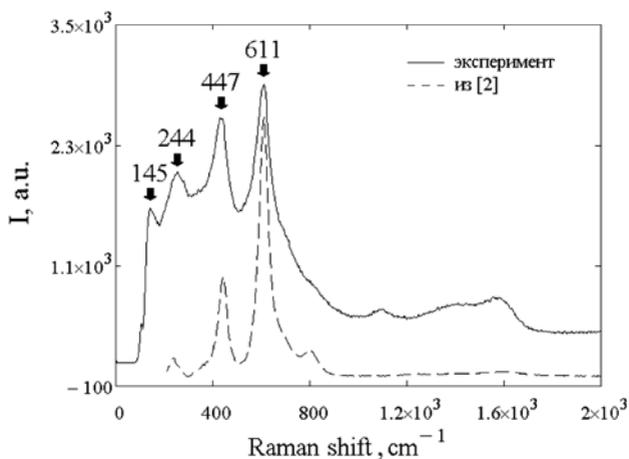


Рис. 2. Комбинационные спектры рутила, из литературных источников и экспериментально полученные

Образование зигзагообразных структур происходит более интенсивно в центральной области напыления. Топологические параметры структур изменяются при удалении от центральной области. Период отдельной полосы в центральной области соответствует порядка 10 мкм, высота составляет в среднем 600 нм. Расстояние между двумя полосами 5 мкм. Зависимость характера структур от условий лазерного воздействия дает возможность подбора необходимого набора параметров для области исследования.

Список литературы

1. Gerke M. N., Khorkov K. S., Telushko O. B., Bolshakova O. N., Prokoshev V. G., Arakelian S.M. Formation of nanostructures at laser ablation under the action of ultrashort laser impulses on a surface of solid states / Physics Procedia, 2010. Vol. 5. Part 1. P. 213–219.
2. Romanian database of raman spectroscopy: www.rdrs.uaic.ro

СЕЛЕКТИВНЫЕ КОМБИНАЦИОННЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Юрженко М. В.¹, Литвиненко Ю. В.²

¹ *Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины*

² *Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины*

В настоящее время с целью удаления целого ряда поллютантов, в частности тяжелых металлов (Co, Mn, Cu и др.), равно как и радионуклидов (¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr), из техногенно загрязненных вод используется ряд методов, основными из которых являются соосаждения, сорбции, ионный обмен на ионообменниках, ферритный метод и др., которые сегодня предусматривают использование как природных, так и искусственных наноматериалов. Основным механизмом в процессах сорбции является реакция нуклеофильного обмена на частицах, имеющих электрический заряд, к которым обычно относятся коллоидные частицы. В качестве основного сорбента комбинационных наноматериалов, обладающего достаточно высокими сорбционными свойствами к катионам различной природы, могут выступать коллоиды поликремневых кислот, которые получают из водного раствора, при участии дисперсий магнетита. Выбор поликремневых кислот как сорбента обуславливается их высоким сродством к широкому классу катионов. В качестве коагулирующего агента используется водная дисперсия магнетита, которая образуется в этом же растворе путем осаждения солей сульфата и хлорида железа раствором гидроксида натрия. Условия синтеза последнего определяются таким образом, чтобы частицы имели заряд, противоположный по значению коллоидным частицам поликремневых кислот. Для этого после созревания коллоида в раствор медленно вводят смесь солей железа Fe^{+2}/Fe^{+3} в соотношении 1:2, при этом гидроксид натрия выступает регулятором кислотности. Методом потенциметрического титрования раствора Fe^{+2}/Fe^{+3} раствором гидроксида натрия показано, что образование

нерастворимых гидроксидов железа начинается уже при $\text{pH} \approx 2.5$. (рис. 1,а). При дальнейшем повышении pH вплоть до значения 9 (рис. 1,б) в растворе происходит одновременный синтез как гидроксидов железа, так и мелкодисперсных частиц магнетита. Резкое увеличение интенсивности синтеза кристаллов магнетита происходит при pH до 12 (рис. 1,в). Для уплотнения осадка, полученного в результате гетерокоагуляции, рационально использовать внешнее наложенное постоянное электромагнитное поле, при этом наилучшие результаты получаются, если осаждение коагулята проводится на анод. Использование постоянного электромагнитного поля позволяет быстрее и более полно сконцентрировать и уплотнить коагулят по сравнению с его осаждением только лишь под действием сил гравитации. Это связано с тем, что количество положительно заряженного золя магнетита не достаточно для полной компенсации коллоида поликремневых кислот, имеющего ярко выраженный отрицательный заряд.

Полученный осадок имеет четко выраженную кристаллическую структуру, которая отвечает магнетитам. Отличие от природного образца состоит в том, что на рентгенограмме синтезированного образца магнетита присутствует рефлекс 0,282 нм, который соответствует β -форме магнетита.

При формировании наночастиц поликремневых кислот в качестве основных механизмов, определяющих поглощение катионов из дисперсионной среды, можно выделить следующие: поглощение катионов непосредственно в процессе формирования нанокол-

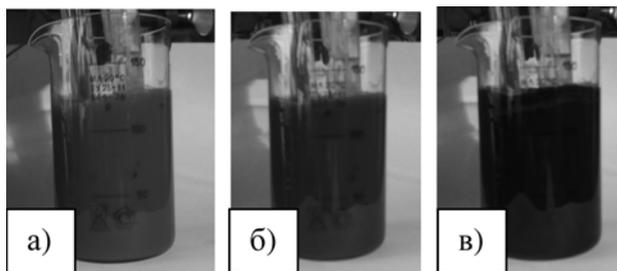


Рис. 1. Образование магнетита при различных значениях pH

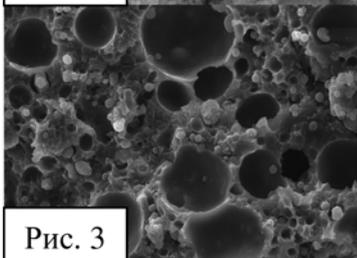
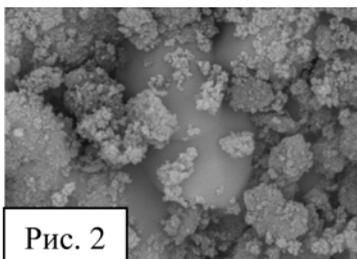
лоидов и сорбция их поверхностью уже образованной коллоидной частицы в комбинационном наноматериале. При взаимодействии поликремневых кислот с катионами металлов, находящимися в этом же растворе, при определенных термодинамических условиях, происходит вовлечение их в объем коллоидной частицы, при этом часть катионов из дисперсионной среды может адсорбироваться на поверхности такой частицы.

Для удаления катионов, поглощенных коллоидами поликремневых кислот, необходимо их коагуляция в условиях, препятствующих миграции поглощенных веществ из твердой фазы комбинационных наноматериалов в жидкость. В качестве твердой фазы комбинационных наноматериалов могут быть использованы композиционные полимерные материалы, а именно гибридные органо-неорганические наносистемы на основе уретановых олигомеров, изоцианатсодержащих модификаторов и солей поликремневой кислоты. Выбор данных наносистем обусловлен следующими причинами: представленные наносистемы, согласно ранее проводимым исследованиям, показали высокую сорбционную активность и селективность к молекулам воды и органических растворителей различной природы благодаря процессам диссоциации молекул сорбата под действием внешнего электромагнитного поля и разности электростатических зарядов молекул сорбента и сорбата. Перспективным является использование солей поликремневой кислоты в качестве неорганического компонента наносистем, поскольку введение коагулянта может быть осуществлено непосредственно в процессе синтеза наносистем с последующей их химической связывание с твердой фазе комбинационного наноматериала.

В работе *рассматривается* ряд способов введения нано- и микрочастиц основного сорбента и коагулирующего агента — кремний магнетитового композита в композиционные органо-неорганические наносистемы с целью получения комбинационного наноматериала, исследования их структуры, физико-химических свойств, а также способности к поглощению и удалению ионов щелочных, щелочноземельных и многовалентных металлов. Получение комбинационных наноматериалов проводится по следующим направлениям:

1. Получение ядерных мембран из наносистем методом их бомбардирования потоком α -частиц с последующим введением в полученные поры коагулянта, как под действием внешнего электромагнитного поля, так и без него;

2. Введение коагулянта в наносистемы методом его сорбции из водного раствора и последующей десорбцией воды из объема наносистем, как под действием внешнего электромагнитного поля, так и без него;



3. Введение сухих наночастиц (рис. 2) коагулянта в наносистемы в процессе их синтеза с целью получения физически наполненного нанокompозита (рис. 3), как под действием внешнего электромагнитного поля, так и без него;

4. Синтез наносистем с использованием водного раствора поликремневой кислоты, при участии дисперсий магнетита с целью получения нанокompозита с химически связанным наполнителем, как под действием внешнего электромагнитного поля, так и без него.

На данном этапе работы *показано*, что поглощения катионов различной природы из водного раствора коллоидами поликремневых кислот с последующей их коагуляцией магнетитом позволяет одновременно удалять из растворов ионы щелочных, щелочноземельных и многовалентных металлов: Cs до 80%, а Sr, Co, Cu и Fe — в количестве 90–99 %, а также *выявлено*, что основной сорбент и коагулянт, которые входят в состав представленных комбинационных наноматериалов, могут быть использованы при извлечении радиоактивных ^{137}Cs и ^{90}Sr из растворов, с исходной активностью 5000 Бк/л. Кремний магнетитовый композит, полученный в процессе удаления указанных катионов, при выдержке его при 1000 °С образует стеклофазу, что может быть использовано в технологиях по остеклованию радиоактивных отходов.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ — РЕГИОНА ИННОВАЦИОННЫХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РОССИИ

Ягудаев Ю. В.¹, Котов А. Е.², Копейкин Ю. А.²

¹Министерство экономического развития Ставропольского края

*²НО «Фонд содействия развитию внутренних инвестиций
в субъекты малого и среднего предпринимательства
в научно-технической сфере Ставропольского края*

Ставропольскому краю отводится роль базовой площадки форсированного экономического роста и инновационного развития Северо-Кавказского федерального округа. Стратегический упор в построении будущего Ставрополье делает теперь не на экономику аграрного и дотационного типа, но инновационную.

Для достижения поставленных задач мы создаем экономику, открытую для инноваций. Подтверждением тому является действующая Стратегия развития инновационной деятельности в Ставропольском крае до 2020 г.

Любой инновационный проект — это, венчурные инвестиции, которые являются не только рисками, но и новыми возможностями! Во многом данные возможности мы связываем с развитием технологий nanoиндустрии.

Сегодняшний диалог — это диалог специалистов, знакомых не понаслышке с понятием «нанотехнологии», понимающих его значимость для развития экономики России в целом.

Тезисы, приведенные в данном докладе, позволят, полагаю, сформировать, от части, целостную картину развития региона в данном направлении и выявить недостающие «звенья цепи» реального экономического развития.

Ставропольский край — один из лидирующих центров инноваций и нанотехнологий не только Северного Кавказа, но и Юга России. Фокусировка экономического развития региона в данном

направлении уже сегодня дает свои «значительные плоды». Прежде всего — это визит в 2010 г. А. Б. Чубайса — главы ОАО «РОСНАНО». Упомянутый визит позволил не только наладить комплексное информационное взаимодействие с лидером nanoиндустрии России, но и подписать правительственное соглашение, регламентирующее будущее «инновационного центра Юга России». Проекты, представленные на рассмотрение, вызвали широкий резонанс у представителей, тогда еще, государственной корпорации. Это позволило нам укрепить позиции и заявить во всеулышание о наших целях.

Следующим этапом стало создание ЦКП на базе ведущего технологического вуза региона — ГОУ ВПО «СевКавГТУ», объединившего под своей крышей многие достижения научной школы Ставрополья.

Значительным фактором развития нанотехнологий на тот момент стала поддержка и понимание региональными властями значимости расширения данного направления. Ставрополье активно включилось в работу по созданию собственного нанотехнологического центра. Для решения данной задачи на базе министерства экономического развития Ставропольского края было создано уникальное, в своем роде, управление по модернизации экономики, развитию инноваций и нанотехнологий, в задачи которого вошла консолидация всего имеющегося научного потенциала, как научных школ, так и коммерческих организаций. Результаты деятельности — расширение инновационной инфраструктуры Ставропольского края, в частности создание некоммерческой организации «Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в субъекты малого и среднего предпринимательства в научно-технической сфере Ставропольского края».

Перед Фондом поставлен ряд важнейших задач, направленных на стимулирование и развитие инновационной активности региона, в том числе по направлению нанотехнологий:

- раскрытие коммерческого потенциала и развитие инновационных предприятий и нанотехнологий на территории Ставропольского края;

- обеспечение трансфера передовых российских и международных разработок в Ставропольский край;

- стимулирование развития финансовой инфраструктуры Ставропольского края;

стимулирование распространения высокотехнологичной продукции производителей Ставропольского края в другие регионы Российской Федерации и за рубеж.

Совместное взаимодействие в рамках государственно-частного партнерства позволило в дальнейшем реализовать региону проект по созданию «ЮЖНОГО НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА» — одного из семи центров, создаваемых в Российской Федерации. Заявка Ставропольского края прошла все необходимые процедуры рассмотрения и 18 мая 2011 г. была одобрена на заседании конкурсной комиссии ОАО «РОСНАНО».

НАНОЦЕНТР и венчурный фонд станут отправной точкой в дальнейшей реализации инновационных проектов, среди которых можно выделить: нанoeлектронику, фармацевтическую промышленность, бионанотехнологии, химическую промышленность, IT-индустрию.

Кроме того, министерство экономического развития Ставропольского края разработало и внедряет систему «инновационного лифта». Суть данной системы состоит в закреплении каждой стадии развития инновационного проекта (от идеи до серийного производства) за определенным финансовым инструментом, действующим на территории региона. А это: фонд микрофинансирования, предоставляющий займы субъектам МСП в размере до 1 млн. рублей, грантовая поддержка на развитие предприятия в размере до 300 тыс. рублей, деятельность регионального бизнес-инкубатора, широкий спектр мер государственной поддержки и предоставление государственных гарантий.

В этом году в Ставропольском крае внедряются совершенно новые меры:

гранты на создание малой инновационной компании — в размере до 500 тыс. рублей на одну инновационную компанию;

субсидии действующим инновационным компаниям в целях возмещения затрат или недополученных доходов в связи с производством товаров, выполнением работ, оказанием услуг в размере до 5 млн. рублей на одну инновационную компанию;

предоставление услуг НАНОЦЕНТРА на льготной основе малым инновационным компаниям Ставропольского края.

Современные тенденции развития диктуют свои условия ведения «высокотехнологического» бизнеса. Внутривнутрироссийские отношения не позволяют в полной мере реализовать поставленные задачи, учитывая серьезное технологическое отставание от зарубежных, сразу хочу заметить, не оппонентов, но потенциальных партнеров. В течение кратчайших сроков была проведена работа по налаживанию необходимого взаимодействия с лидерами наноиндустрии мирового сообщества. Заключены соглашения (всего более 11 соглашений и меморандумов) о сотрудничестве с рядом научно-исследовательских, консалтинговых, финансовых российских и зарубежных компаний, бизнес-инкубаторов, нанотехнологических центров:

ООО «Южный инновационный центр» (Россия);

ЗАО «Группа Финансы» (Россия);

ЗАО «Р-Фарм» (Россия);

Poznan Academic Business Incubator (Польша);

Turbina IPD d.o.o. (Босния и Герцеговина);

ASK Golden Fields (Израиль);

Vivid Engineering, Inc. (США);

Semiphoton, Inc. (США);

Olma Investments Canada Ltd. (Канада)

Imec (Бельгия) — крупнейший в Европе нанотехнологический центр. При содействии Ставропольского краевого венчурного фонда было подписано единственное для России соглашение (30 июня 2011 г., г. Лёвен, Королевство Бельгия) о сотрудничестве в части создания и развития условий, способствующих продвижению инновационных нанотехнологических разработок. Кроме того, получено приглашение от исполнительной дирекции Imec для представителей нано-индустрии Ставрополя в области микроэлектроники посетить центр с научно-деловым визитом, что позволит нашим ученым наладить прямое взаимодействие с европейскими учеными.

Сформирован пул организаций-партнеров: ОАО «РОСНАНО», ООО «Фонд посевных инвестиций Российской венчурной компании», «ОПОРА РОССИИ», Правительство Ставропольского края, ведущие ВУЗы региона: ГОУ ВПО «СевКавГТУ», ГОУ ВПО «Ставропольская государственная медицинская академия», ГОУ ВПО «Пятигорская государственная фармацевтическая академия», ГОУ ВПО «Пяти-

горский государственный технологический университет», ГОУ ВПО «Пятигорский государственный лингвистический университет».

Это то, что, сделано сегодня. Но при этом имеется ряд значительных проблем и пробелов, требующих прямого содействия Правительства Российской Федерации и заинтересованных лиц, о чем говорят приведенные ниже макроэкономические показатели рынка наноиндустрии:

По оценкам экспертов, в «пиковом» 2008 году объем продаж продукции наноиндустрии составил около 700 млрд. долларов США. Сегодня, в посткризисный этап начался активный раздел мирового рынка в этой сфере, завершение которого ожидается к 2015 г., когда объем рынка нанопродукции возрастет до 1,2–1,5 трлн. долларов США. При этом в 2008 г. США потратили на развитие наноиндустрии порядка 1,5 млрд. долларов США, Россия — 343 млн. долларов США.

Россия значительно отстает от мировых нанотехнологических лидеров — США, Японии, стран Евросоюза по абсолютным показателям развития науки, технологий, степени промышленного освоения и коммерциализации разработок наноиндустрии. Россия более чем в 10 раз уступает США по числу нанотехнологических центров. Ее доля в числе международных нанотехнологических патентов составляет менее 0,2 %. Несмотря на то, что фундаментальные, поисковые исследования и разработку нанотехнологий, а также образовательную деятельность в сфере наноиндустрии в настоящее время в России осуществляют около 300 организаций и около 80 российских организаций производят и реализуют продукцию наноиндустрии.

Проблемы:

1. Остро стоит вопрос по совершенствованию действующего федерального законодательства с целью развития инновационной активности регионов:

отдельным законом необходимо прописать понятия «инновации», «инновационная деятельность», «субъекты инновационной деятельности». Целью данного закона должно стать распределение полномочий федеральных и региональных органов власти в части оказания государственной поддержки инновационной деятельности.

2. Расширение перечня финансовых институтов развития для начинающих субъектов МСП на стадиях start-up, когда активно ведется работа по НИОКР и прототипированию:

создание на территории субъектов СКФО фондов посевных инвестиций и расширение всероссийской сети бизнес-ангелов. На Ставрополье активно ведется работа по созданию Ассоциации «Бизнес-Ангелы Юга России», членами которой станут ведущие бизнесмены Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Задачи Ассоциации: финансирование, продвижение нанотехнологичных проектов на стадии start-up и формирование института наставничества.

3. Расширение системы международной интеграции финансовых инструментов и бизнес-идей:

привлечение зарубежных институтов инновационного развития и научных учреждений в качестве партнеров в части применения наиболее успешных программ развития МСП и формирования эффективного механизма ГЧП.

4. Не менее важным моментом является возможность создания особой экономической зоны, определяющей за счет отмены налоговых нагрузок вхождение на рынок региона иностранных инвесторов и компаний. Практика показала значимость использования данного инструмента: Калининград, Дубна. Но это все территории, приближенные к границам России, соединяющие Федерацию с европейским содружеством. При этом удаленные регионы остаются «не удел». Хотя значимость геополитического расположения Ставропольского края говорит об обратном. Транспортная доступность, аэропорты международного класса, наличие уникального количества региональных парков.

5. Закостенелость научного сообщества. Подготовка заявки по созданию «ЮЖНОГО НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА» отразила во многом архаичность взглядов, как молодых, так и заслуженных ученых Юга России, многие из которых являются членами РАН. Информационный вакуум, образованный форсированными темпами развития России, дает неверное понимание, что информация, представленная учеными для финансирования их проектов – это потенциальная кража интеллектуальной собственности. Что в свою очередь вызывает, во многом не обоснованную для современного технологического сообщества, настороженность. Решением данной проблемы станет «информационная вакцина» в виде федеральных PR-программ, презентующих успешность совместной деятельности в рамках ГЧП.

6. Отсутствие налаженных связей с международными научными центрами. Желание создать нечто уникальное собственными силами автоматически приводит к ограниченности в решении проблем. При этом активно умалчиваются, ссылаясь на «коммерческую тайну», попытки международного взаимодействия. Хотя, содействие в преодолении международных барьеров и предоставление государственных гарантий – одна из главных задач правительства Российской Федерации. О чем, кстати, активно заявляет Минэкономразвития России.

7. Недостаточная проработанность проектов. Ученый – инициатор проекта не всегда обладает достаточной компетенцией для разработки бизнес-составляющей идеи. Детальное НТО и описание проекта и пробелы в понимании инвестиционной составляющей. Решение стоит за созданием соответствующих консалтинговых фондов, финансируемых за счет средств бюджетов всех уровней. Задачи таких фондов – содействие в решении поставленной проблемы.

В завершении следует отметить, что это не проблемы только Ставропольского края – это барьеры, характерные для всех нас. В наших силах их преодолеть.

ALUMINUM OXIDE NANOSTRUCTURES PREPARED IN WATER AND THEIR POTENTIAL APPLICATIONS

Shah M. A., Al-Ghamdhi M. S.

King Abdul Aziz University

Innovations at the intersection of medicine, biotechnology, engineering, physical sciences and information technology are spurring new directions in R&D, commercialization and technology transfer. The future of nanotechnology is likely to continue in this interdisciplinary manner. Nanotechnology is the next industrial revolution, and all most all industries will be radically transformed by it in a few years. Ceramics are regarded as versatile materials and aluminum oxide (Al_2O_3), one of

the ceramic materials commonly known as sapphire is known to exist in a number of metastable polymorphs in addition to the thermodynamically stable α - Al_2O_3 or corundum form. Among which, α - Al_2O_3 is an important form of alumina because of its porous structure and high catalytic surface activity. This material has been widely used as catalysts, an adsorbent and as a support for industrial catalysis in hydrocarbon conversion. Owing to their brittleness, ceramics have been regarded as materials of modest performance especially under tension or bending conditions [1].

A number of synthetic routes including, the sol-gel chemistry, spray pyrolysis, precipitation, solvothermal and physical methods are being extensively used for the synthesis of Al_2O_3 nanostructures [2, 3]. The other techniques are technically complex, requires high temperature, harsh growth conditions, expensive experimental setup, complicated control processes and use of excessive organics/amines. Seeking a simple approach for low cost, lower temperature, larger scale production and controlled growth without additives is desired [4].

To this end, we present a novel and simple method for preparation of α - Al_2O_3 nanorods without catalysts or any other additive. The route is based on a simple reaction of aluminum powder and double distilled water at 180 °C without using any catalyst or any other additive. Water which is well known inexpensive and an environmentally benign solvent have been used for the synthesis of aluminum oxide (Al_2O_3) nanostructures. Moreover, the synthesis time is very short and the morphology could be controlled by varying reaction time. The aim of the study is to provide the feasibility of the simple route for the preparation of aluminum oxide nanostructures. The reported method besides being organics free is economical, fast and free of pollution, which will make it suitable for large scale production. Systematic studies are underway and will be presented during conference.

Corresponding author: shahkau@hotmail.com

1. Fang X, Zhang L. *J. Mater. Sci. Tech.* **22**, 1 (2006).
2. M.A.Shah and A.M. Asiri, *Int. J. Modern Phy. B*, Vol. **23**, 2323 (2009).



Открытое акционерное общество «РОСНАНО» и **Фонд инфраструктурных и образовательных программ** созданы в марте 2011 г. путем реорганизации государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий». ОАО «РОСНАНО» реализует государственную политику по развитию nanoиндустрии, выступая соинвестором в нанотехнологических проектах со значительным экономическим или социальным потенциалом. 100% акций ОАО «РОСНАНО» находится в собственности государства. Председателем правления ОАО «РОСНАНО» является **Анатолий Чубайс**.

Задачи по созданию нанотехнологической инфраструктуры и реализации образовательных программ, а также стимулирования спроса на нанотехнологическую продукцию выполняются Фондом инфраструктурных и образовательных программ. Генеральным директором Фонда является **Андрей Свинаренко**.

С 2010 до 2015 г. Фонд инфраструктурных и образовательных программ планирует вложить до 19,6 млрд рублей в создание 19 nanoцентров. К маю 2011 г. уже утверждены к финансированию 6 nanoцентров. Основу образовательной деятельности Фонда составляют программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров, в первую очередь — сотрудников проектных компаний ОАО «РОСНАНО». Число образовательных программ к маю 2011 года достигло 43, по ним обучались более 1300 человек.



RUSNANO was established in March 2011 as an open joint-stock company through reorganization of state corporation Russian Corporation of Nanotechnologies. RUSNANO's mission is to develop the Russian nanotechnology industry through co-investment in nanotechnology projects with substantial economic potential or social benefit. The Government of the Russian Federation owns 100 percent of the shares in RUSNANO. Anatoly Chubais is chairman of the Executive Board of RUSNANO.

Work to establish nanotechnology infrastructure and training for nanotechnology specialists, formerly conducted by the Russian Corporation of Nanotechnologies, has been entrusted to the Fund for Infrastructure and Educational Programs, a non-commercial fund also established through reorganization of the Russian Corporation of Nanotechnologies. The Fund is headed by Andrey Svinarenko.

The Fund fosters advances in the nanoindustry by creating infrastructure, educational programs, and standards, and encourage development in markets for nano-enabled products. The Fund will invest up to 19.6 billion rubles to establish 19 nanocenters between 2010 and 2015. By May 2011 six proposals had been approved. The educational programs of the Fund are focused on raising professional qualifications and retraining, foremost, employees of the project companies in which RUSNANO has invested. By May 2011 more than 1,300 individuals had completed or were in training in 43 educational programs.

Консорциум «Кодекс» / Информационная сеть «Техэксперт»

В 2011 году Консорциум «Кодекс» отмечает свое **20-летие**.

По мере становления и роста наша компания уверенно заняла лидирующие позиции на российском рынке IT-технологий.

На базе дистрибьюторской сети Консорциума «Кодекс» в 2005 г. была создана Информационная сеть «Техэксперт», главной целью которой является комплексное обеспечение специалистов достоверной и актуальной нормативно-правовой, нормативно-технической, технологической и справочной информацией. Современные программные технологии, которые лежат в основе систем «Кодекс» и «Техэксперт», позволяют эффективно работать со всеми материалами, необходимыми специалистам.

Мы предлагаем информационные решения для специалистов основных отраслей экономики нашей страны:

- строительство и проектирование,
- промышленность,
- топливно-энергетический комплекс,

а также для специалистов функциональных служб предприятий, занимающихся вопросами охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

«Техэксперт» является незаменимым помощником в ежедневной работе специалистов и руководителей разных уровней.

Наши системы содержат нормативно-правовые акты высших органов государственной власти, федеральных и региональных министерств и ведомств, а также нормативно-технические документы и документы отраслевого уровня, которые регламентируют порядок организации и осуществления деятельности компаний. Большой массив справочных материалов позволяет всесторонне осветить волнующую специалиста проблематику.

Информация, содержащаяся в продуктах, **актуальна** — благодаря регулярному обновлению, **достоверна** — благодаря сотрудничеству по договорам с государственными органами власти, разработчиками и официальными представителями, **аутентич-**

на — благодаря трехкратной сверке каждого документа при вводе в базы данных.

Консорциум как разработчик торговой марки «Техэксперт» следит за своевременным пополнением и развитием имеющихся систем, совершенствует их сервис и интерфейс с учетом пожеланий пользователей, работает над появлением новых уникальных продуктов. Результатом кропотливой работы сотен специалистов является постоянный рост числа наших клиентов, как среди крупных, так и среди малых предприятий, а также расширение круга пользователей в тех компаниях, которые уже установили наши системы.

«Техэксперт» сегодня — это:

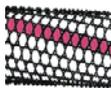
- самый большой на территории России электронный фонд нормативно-правовых и нормативно-технических документов — более 6,5 млн.;
- более 700 сотрудников в головных офисах в Санкт-Петербурге и Москве;
- около 250 официальных представительств, открытых в 60 городах по всей России;
- более 40 тысяч пользователей, ежедневно использующих системы в своей работе.

Контакты:

Тел.: 8-800-555-90-25 (звонок бесплатный)

Сайты: www.cntd.ru, www.kodeks.ru

E-mail: cntd@cntd.ru, shop@cntd.ru



**STC of Applied
Nanotechnology Inc.**

**Закрытое Акционерное Общество
«Научно – Технический Центр Прикладных Нанотехнологий»
(«STC of Applied Nanotechnologies Inc.»)
190020, г. Санкт-Петербург, ул. Циолковского, д.11**

Генеральный директор НТЦ ПН — Пономарев А.Н.

**ОСНОВНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ В ОБЛАСТИ
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКО-ХИМИИ НАНОСТРУКТУР
И ПРИКЛАДНЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ:**

- Синтез, исследование и организация производства многослойных полиэдральных наночастиц фуллероидного типа – астраленов. Изобретение по патенту РФ №2397950 включено в число 100 лучших изобретений России.
- Разработка физических основ гигантских резонансных ван-дер-ваальсовских взаимодействий кластерных мезаструктур вещества на уровне неметаллических наночастиц тороидальной топологии и создание промышленной технологии производства углеродных наночастиц тороидальной формы.
- Развитие опытного производства углеродосодержащих композиционных наноматериалов, как основы для создания серийных наноструктурированных полимеров и композитов.
- Разработка и внедрение в практику технологии использования углеродных наноматериалов фуллероидного типа тороидальной формы, как модификаторов свойств различных конструкционных материалов и материалов специального назначения при низких концентрациях этих добавок.

- Первые в мире опыты по введению фуллероидных наноматериалов в композиции на основе минеральных вяжущих и получение наномодифицированных композиционных бетонов с повышенными эксплуатационными свойствами.
- Первые в мире опыты по изучению аномалий магнитного взаимодействия в межэлектродном зазоре при холодной эмиссии из астраленов и нанотрубок и получение спинполяризованных пучков электронов.
- Разработка методов значительного повышения эксплуатационного ресурса и качества защитных (в том числе гидрофобизирующих) покрытий, в том числе для влагозащиты электронной аппаратуры и защиты мраморных памятников архитектуры от климатических воздействий.
- Получение на основе астраленов стабильных реверсивных нелинейно-оптических сред для ограничения потоков электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне.
- Разработка технологии и производство наноструктурированных материалов коррозионно-защитных гидроизолирующих композиционных покрытий **ЭпоксиПАН** на основе модифицированной астраленами базальтовой микрофибры, предназначенных для защиты от химической коррозии и гидроизоляции изделий из металлов и различных материалов строительного назначения.
- Разработка и производство высокомодульных нанокompозитных углепластиков для эффективно вибродемпфирующих держателей режущих кромок в механообработке и составной нанокompозитной арматуры для строительства и машиностроения.
- Разработка антифрикционных композиций для транспорта, машиностроения и электромашиностроения.
- Разработка и производство комплексных добавок для получения бетона легкого наноструктурированного, разработка конструкторско-технологических принципов и проведение технической политики по применению легких конструктивных наноструктурированных бетонов в мостостроении и в строительстве высотных зданий и сооружений.

Структура холдинга

STC of Applied Nanotechnologies Inc. – the company for R & D in the area of applied nanotechnologies, St. Peterburg.

Astralen Ltd. – the company for manufacturing the nanostructured materials and production, Volkhov city, Leningrad region.

Individual Businessman Ponomarev A.N. – the owner of **IP** in the area of nanotechnologies and owner of commercial buildings for the industrial activity, St. Peterburg.

**ВЫХОД РОССИЙСКИХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
НА МИРОВОЙ РЫНОК: ОПЫТ УСПЕХА
И СОТРУДНИЧЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник материалов

3-й ежегодной научно-практической конференции
Нанотехнологического общества России

5–7 октября 2011 года, Санкт-Петербург

Компьютерная верстка *Н. В. Стасеевой*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 — научная и производственная литература

Подписано в печать 29.09.2011. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,75. Тираж 200. Заказ 8102b.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.
Издательство Политехнического университета,
член Издательско-полиграфической ассоциации университетов России.
Адрес университета и издательства:
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 550-40-14.
www.gpupress.ru