

## **Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий: наука, образование, инновации**

В соответствии с приоритетным направлением развития науки Российской Федерации в 2005 г. в БелГУ создан мультидисциплинарный научно-исследовательский и инновационный Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий (Центр НСМН) по исследованию, разработке и созданию наноструктурных материалов и покрытий медицинского и технического применения.

Для укрепления кадрового потенциала Центра в порядке перевода из Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН и Томского госуниверситета была приглашена и приступила к работе группа ученых и аспирантов. В настоящее время его кадровый потенциал включает штатных сотрудников и активно работающих в науке преподавателей университета по материаловедческим, медицинским и биологическим специальностям. В их число входят 21 доктор наук (средний возраст менее 50 лет) и 46 кандидатов наук (средний возраст менее 35 лет). В целом кадровый потенциал Центра позволяет не только проводить комплексные междисциплинарные исследования, завершающиеся опытно-конструкторской или опытно-технологической разработкой, но и реализовывать их на практике в условиях действующего производства.

По имеющемуся плану совместного финансирования от администрации Белгородской области, Белгородского университета, Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и других источников Центр укомплектован и продолжает пополняться уникальным исследовательским, аналитическим и испытательным оборудованием, закупаемым у ведущих отечественных и зарубежных фирм. Основными позициями действующего сегодня оборудования являются следующие:

- комплекс исследовательского аналитического оборудования: растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 200 3D, предназначенный

для топографического анализа поверхности материалов, с приставками для анализа картины обратно рассеянных электронов и микроанализа; лаборатория сканирующей зондовой микроскопии «Nanoeducater», включающая сканирующие атомно-силовой и туннельный микроскопы для исследований наноразмерных технических и биологических объектов; оптический микроскоп «МЕТАМ ЛВ-31», оснащенный системой цифрового ввода и анализа изображения; дифрактометр XMD300, позволяющий осуществлять качественный и количественный фазовый анализ и контроль над распределением остаточных напряжений; рентгенофлуоресцентный анализатор СРМ 25; устройство приготовления фольг для просвечивающей электронной микроскопии Tecnipol 5 и др.;

- комплекс испытательного оборудования: разрывные машины, микротвердомеры, оборудование для биохимических исследований и др.;

- технологическое оборудование для обработки материалов методами механотермической обработки: гидравлический пресс 5 МН с системой изотермического прессования и возможностью регистрации кривых нагружения на компьютере, оборудование для механоактивации порошков, термомеханической и химико-термической обработки материалов, нанесения микродуговых и ионно-плазменных покрытий с цифровым осциллографом для регистрации параметров импульсного выходного тока и напряжения и др.

К настоящему времени сложились следующие основные направления фундаментальных исследований Центра, ориентированных на будущее применение в практике.

- Разработка физических принципов упрочнения и пластификации сталей, сплавов и композиционных материалов технического и медицинского применения путем формирования ультрамелкозернистого и наноструктурного состояний при механотермической обработке и воздействии интенсивной пластической деформацией. Экспериментальное и теоретическое исследование структуры и свойств наноматериалов, в том

числе методами компьютерного моделирования.

- Разработка научных основ создания биокomпозитов «наноструктурный металл – биоактивное/биоинертное покрытие».

- Изучение иммунного ответа организма и неспецифических тканевых реакций на биокomпозитные имплантаты.

Основные направления прикладных исследований:

- разработка технологических процессов и оборудования для получения объемных металлических наноструктурных материалов с использованием комплексной механотермической обработки, включающей воздействие интенсивной пластической деформации в сочетании с обратимым легированием водородом для использования в медицине и технике;

- оптимизация технологических процессов обработки сталей и сплавов на металлургических и машиностроительных предприятиях, в том числе Белгородской области;

- разработка технологических процессов и оборудования для нанесения сверхтвердых углеродных алмазоподобных покрытий нанометровой толщины, в том числе на кантилеверы (микросонды) сканирующих зондовых микроскопов для нанолитографии;

- освоение в клинической практике биоинертных и биоактивных имплантатов для использования в травматологии, ортопедии, стоматологии и кардиохирургии;

- разработка технологических процессов получения из глин территории Белгородской области монтмориллонитовых наноструктурных сорбентов для рафинирования от тяжелых металлов верхнего плодородного слоя сельскохозяйственных угодий.

Исследователями Центра получен ряд значимых научно-практических результатов.

1. Создана оригинальная технология формирования наноструктурного состояния в титане и титановых сплавах, включающая предварительное

наводораживание с последующей механотермической обработкой и активированной дегазацией по водороду при температурах ниже температуры рекристаллизации.

Обработка по указанной технологии позволяет получать объемные заготовки титана и его сплавов в наноструктурном состоянии (размер зерен менее 100 нм) для широкой номенклатуры изделий технического и медицинского применения.

2. Разработан комплексный метод получения биокompозитов на основе наноструктурного титана и сплавов на его основе с нанокристаллическими биоактивными кальций-фосфатными покрытиями для изготовления медицинских имплантатов. Организован технологический участок по выпуску объемных полуфабрикатов нано-структурного титана и его сплавов с биоактивными покрытиями.

3. Создана оригинальная технология синтеза биосовместимого наногидроксилапатита (НГАП) в виде водных и спиртовых коллоидов, суспензий и гелей различной плотности. Использование спиртового коллоида НГАП позволяет оптимизировать процесс получения шликерных биоактивных покрытий и получить высокие уровни прочности и адгезии покрытий без высокотемпературных отжигов. Наногидроксилапатит рассматривается как альтернатива суспензии гидроокиси кальция в составе профилактического стоматологического препарата нового поколения «Глуфторэд», производимого ЗАО «Опытно-экспериментальный завод «ВладМиВа»»(Белгород).

4. На основе феноменологической модели и компьютерного моделирования процессов взаимодействия ускоренных ионов углерода с формируемым конденсатом определены основные пути снижения внутренних напряжений в углеродном покрытии. Анализ данных изменения внутренних напряжений при отжиге может быть также использован для идентификации покрытия и экспресс-анализа его свойств.

5. Разработан импульсный метод формирования сверхтвердого

аморфного углеродного покрытия в вакууме с большими скоростями конденсации, что позволяет понизить разуплотнение углеродного конденсата. Импульсный метод формирования углеродных сверхтвердых покрытий позволяет осуществлять регулировку и контроль энергетических характеристик углеродной плазмы, повышать производительность процесса, расширить температурный диапазон формирования покрытий.

6. Проведены исследования особенностей структурно-фазовых состояний конструкционных сталей в технологическом цикле производства промышленных изделий на Оскольском заводе металлургического машиностроения. Разработаны рекомендации по оптимизации технологических режимов обработки и улучшению качества сталей и изделий из них.

Сотрудниками Центра НСМН совместно со специалистами в области физики твердого тела, материаловедения, химии, биологии и медицины, работающими на кафедрах БелГУ, был подготовлен мультидисциплинарный проект федеральных целевых научно-технических программ (ФЦНТП) по организации в БелГУ Научно-образовательного центра (НОЦ) «Биосовместимые наноструктурные материалы и покрытия медицинского назначения». В августе 2005 г. БелГУ как головная организация признан победителем конкурса.

Соисполнителями проекта НОЦ выступают: Центр естественно-научных исследований Института общей физики РАН (Москва), Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск), Московский институт стали и сплавов, ЗАО «Опытно-экспериментальный завод «ВладМиВа» (Белгород).

Основными задачами деятельности НОЦ являются следующие:

- создание индивидуальной системы подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров, способных работать в междисциплинарных областях науки, владеющих фундаментальными знаниями в области материаловедения и физики конденсированного

состояния;

- выполнение совместных разработок и использование их в учебном процессе БелГУ, подготовка кадров, востребованных современной экономикой, и повышение их квалификации;

- эффективная интеграция потенциала научных организаций, высших учебных заведений и инновационных структур, являющихся соисполнителями проекта НОЦ, нацеленная на развитие инновационной деятельности.

Ведущие ученые, преподаватели и сотрудники организаций-соисполнителей НОЦ проводят для студентов и аспирантов учебные занятия, руководят выполнением курсовых и дипломных работ, оказывают консультационно-методическую помощь.

За время работы НОЦ сложились научные группы, объединяющие ведущих ученых БелГУ и организаций-соисполнителей, молодых ученых, аспирантов и студентов. В мае 2006 г. была организована студенческая проблемная лаборатория «Наноструктурные композиты и их применение в стоматологии». Лаборатория создана в целях широкого привлечения студентов физико-математического, биолого-химического, медицинского факультетов к фундаментальным и прикладным исследованиям.

В 2006 г. начала работу по подготовке высококвалифицированных кадров новая специализированная кафедра «Материаловедение и нанотехнологии». Сотрудниками НОЦ были подготовлены документы на открытие в БелГУ новой специальности «Медицинская физика».

Студентами и аспирантами, участвующими в работе НОЦ, в 2006 г. опубликовано более 20 статей, сделано более 40 докладов на научных конференциях. Ряд студентов поступили в аспирантуру БелГУ, один из выпускников продолжил начатые в НОЦ БелГУ исследования в аспирантуре Института общей физики РАН.

В сентябре 2006 г. в Белгородском государственном университете проведена 45-я Международная конференция «Актуальные проблемы

прочности», поддержанная грантом РФФИ по проекту «Организация всероссийских и международных научных мероприятий на территории России». В конференции приняли участие 160 представителей вузов, научных учреждений и предприятий РФ, Украины, Беларуси, Молдовы. Среди участников были 2 члена-корреспондента РАН, 32 доктора наук, 54 кандидата наук.

Одновременно с конференцией в БелГУ проходила Российская школа-конференция молодых ученых и преподавателей «Биосовместимые наноструктурные материалы и покрытия медицинского назначения», которая финансировалась по государственному контракту в рамках ФЦНТП. К чтению лекций в школе-конференции были привлечены ведущие российские ученые, специалисты в области нанотехнологии и наноматериалов, материаловедения, биофизики, физической химии, медицинской физики. В школе-конференции приняли участие 70 молодых ученых из 16 регионов Российской Федерации, Беларуси и Украины.

Международная деятельность Центра Между Центром НСМН БелГУ, компанией «Нанотехнологии-МДТ» (Зеленоград) и Фондом прикладных исследований им. Золтана Баи (Мишкольц, Венгрия) подписано соглашение о сотрудничестве в области разработки, исследования и коммерциализации наноматериалов и нанотехнологий.

Сотрудники Центра поддерживают научные связи с иностранными партнерами из стран ближнего и дальнего зарубежья, в частности с учеными из университета г. Вены (Австрия), университета Южной Калифорнии (США), Дрезденского отделения Фраунгоферовского института, Клаустальского технического университета, Шеньянского института металлов (Китай). Совместные работы проводятся с коллегами из Лос-Аламосской национальной лаборатории (США), Штуттгартского университета (Германия).

Развиваются отношения с коллегами из стран СНГ. Например, в рамках Европейских проектов проводятся исследования совместно с Институтом

низких температур НАН Украины (Харьков). Руководитель Центра НСМН проф. Ю. Р. Колобов избран членом международного редакционного совета журнала «Наноструктурное материаловедение», издаваемого в Институте проблем материаловедения НАН Украины.

Ю. КОЛОБОВ, доктор  
физико-математических наук,  
директор Центра НСМН

*Колобов, Ю. Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий: наука, образование, инновации / Ю. Колобов // Высшее образование в России. – 2007. – № 3. – С. 109-113. – (Из жизни вуза).*