Научно-образовательный и инновационный Центр

«Наноструктурные материалы и нанотехнологии»

Этапы деятельности:

2005-2011 гг.;

2012-2022 гг.

Этап деятельности: 2005-2011 гг.;

По инициативе ректората Белгородского государственного университета (БелГУ) и поддержке администрации Белгородской области в 2004 году был объявлен конкурс по формированию новых научных подразделений университета. По итогам конкурса был поддержан проект научной группы во главе с профессором Ю.Р. Колобовым из Института физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск) по созданию Центра наноструктурных материалов и нанотехнологий (Центр НСМН) БелГУ. В 2005 году научная группа в составе девяти человек по соглашению между руководителями академической и вузовской организаций (в порядке перевода) приступила к работе в Белгородском государственном университете.

Учредителем Центра НСМН являлся Белгородский государственный университет. Необходимый объем финансирования в размере 150 млн. руб. для приобретения оборудования, капитального строительства и реконструкции помещений под уникальное оборудование был обеспечен администрацией Белгородской области, Белгородским госуниверситетом, Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

В 2007 году Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий был включен в зарегитстрированную в Минюсте РФ Национальную нанотехнологическую сеть РФ по направлению «Нанотехнологии».

Для подготовки высококвалифицированных кадров в 2005 году в БелГУ по инициативе профессора Колобова Ю.Р. была организована специализированная кафедра «Материаловедение и нанотехнологии», которая ведет подготовку по направлению «Материаловедение», «Медицинское материаловедение», «Основы вычислительной термодинамики в материаловедении» для студентов медицинского института и института инженерных и цифровых технологий.

В 2009 г. с целью усиления практической направленности образовательного процесса, повышения уровня научно-исследовательских работ и адресной подготовки высококвалифицированных специалистов, в Научном центре РАН в Черноголовке организована межфакультетская базовая кафедра наноматериалов и нанотехнологий Белгородского национального государственного университета, которая участвует в подготовке студентов по специальностям 210602 «Наноматериалы» и 010707.65 «Медицинская физика» (заведующий кафедрой профессор Колобов Ю.Р.).

Студенты и аспиранты, обучающиеся на кафедрах материаловедения и нанотехнологий, теоретической физики и общей физики инженерно-физического факультета БелГУ, проводят научные исследования на уникальном современном научном и техническом оборудовании. В выполнении государственных контрактов ФЦП РФ и хоздоговорных работ НОиИЦ НСМН с оформлением на работу по совместительству принимают участие ежегодно более 20 студентов и аспирантов БелГУ; Начиная со второго курса они имеют допуск к самостоятельной работе на уникальном современном аналитическом и испытательном оборудовании. Студенты инженерных специальностей проходят практику на технологическом оборудовании, получая навыки работы в инновационной сфере.

Деятельность

Основные задачи центра

1. Координация, обеспечение и проведение фундаментальных и прикладных исследований в области материаловедения и нанотехнологий;
2. Реализация и тиражирование результатов научно-исследовательской и инновационной деятельности;
3. Организация производства инновационной продукции;
4. Создание научной и образовательной базы для высококачественной подготовки и переподготовки специалистов всех уровней.

Фундаментальные исследования

1. Разработка физических принципов упрочнения и пластификации металлов, сплавов и композитных материалов технического и медицинского применения путем формирования ультрамелкозернистого и наноструктурного состояний, в том числе воздействием пластической деформацией в сочетании с традиционными способами механотермической обработки;
2. Экспериментальное и теоретическое исследование структуры и свойств наноматериалов методами компьютерного моделирования на основе расчетов «из первых принципов»;
3. Разработка научных основ создания биокомпозитов « наноструктурный металл-биоактивное / биоинертное покрытие».

Прикладные исследования

1. Разработка технологических процессов и оборудования для получения объемных металлических наноструктурных материалов для использования в медицине и технике;
2. Освоение в клинической практике биоинертных и биоактивных имплантатов для использования в травматологии, ортопедии, стоматологии и кардиохирургии.
3. Разработка технологического процесса и оборудования для синтеза наногидроксилапатита для использования в лечебно-профилактических препаратах в стоматологии и нанесения биоактивных покрытий на хирургические, стоматологические и ортопедические имплантаты.

НИУ «БелГУ» (Центр «Наноструктурные материалы и нанотехнологии») являлся головной организацией в выполнении крупного государственного контракта Федеральной целевой программы по теме «Разработка опытно-промышленных технологий получения нового поколения медицинских имплантатов на основе титановых сплавов» с общим объемом финансирования 323 млн. руб. В выполнении контракта участвовали 12 соисполнителей, представляющих крупные научные и производственные организации Москвы, Санкт-Петербурга, Томска и Казани. Цельюданного проекта являлась разработка прогрессивных технологий производства новых титановых имплантатов, в том числе ультрамелкозернистых, с многофункциональными биоактивными наноструктурированными покрытиями для восстановительной, костно-пластической хирургии и стоматологии.

Кроме того, за последние шесть лет в Центре выполнены и продолжают выполняться около 30 научно-исследовательских работ на общую сумму более 400 млн. рублей. Проекты, выполненные за последние 3 года:

1) «Разработка технологии создания пористой поверхности металлических имплантатов для нанесения и удержания на поверхности композиционного гидроксиапатит/коллагенового покрытия» (2008-2010, субподрядный договор №102/08);

2) Исследование роли диффузионно-контролируемых процессов в формировании структуры и свойств металлических наноструктурных материалов (2009-2010, госконтракт №2.1.2/1061 в рамках программы «Развитие научного потенциала высшей школы»);

3) Исследование роли диффузионно-контролируемых процессов в формировании структурно-фазового состояния и свойств обычных и наноструктрурных металлических материалов (2009-2010, госконтракт № 02.740.11.0137 в рамках программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»);

4) Экспериментальное исследование и компьютерное моделирование диффузионноконтролируемых процессов формирования и эволюции субмикро-и наноструктур объемных металлических материалов (2009-2010, госконтракт №П329 в рамках Программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России);

5) Закономерности диффузии и диффузионно-контролируемых процессов в многослойных металлических композитах (2009-2011, грант РФФИ №09-02-00857);

6) Разработка способов модификации тонких приповерхностных слоёв для улучшения свойств композитов «наноструктурный титановый сплав -биоинертное/биоактивное покрытие» (2010-2012, госконтракт №16.740.11.0025 в рамках Программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России);

7) Физико-химические основы разработки функциональных наноструктурированных материалов для дентальной имплантологии (2010-2012, государственный контракт №14.740.11.0022 в рамках Программы «Научные и научно-педагогиеские кадры инновационной России).

8) Разработка научных основ повышения конструкционной прочности наноструктурированного титана (2012-2013, государственный контракт №14.A18.21.0078 в рамках Программы «Научные и научно-педагогиеские кадры инновационной России).

Защищено и представлено к защите 2 докторские 4 кандидатские диссертации:
Иванов Максим Борисович, канд. физ. - мат. наук (2007 г.)
Закономерности зернограничных диффузионно-контролируемых процессов в ультрамелкозернистых и наноструктурных металлах и сплавах.

Голосов Евгений Витальевич, канд. физ. - мат. наук (2009 г.)
Закономерности и механизмы диффузионно-контролируемых процессов в наноструктурированных материалах на основе титана и ниобия.

Неласов Иван Викторович, канд. физ. - мат. наук (2009 г.)
Диффузионные и термодинамические характеристики межзеренной области в нанокристаллической меди и эволюция структуры межфазной

границы в композите медь-ниобий.

Липницкий Алексей Геннадьевич, докт. физ. - мат. наук (2011 г.)
Термодинамика и компьютерное моделирование на атомном уровне металлических систем с наноразмерной структурой.

Манохин Сергей Сергеевич, канд. техн. наук (2012 г.)
Закономерности фазовых и структурных превращений в нелегированном титане марки ВТ1-0.

Иванов Максим Борисович, докт. техн. наук (2012 г.)
Наноструктурированный титан с модифицированной поверхностью для имплантатов остеосинтеза и эндопротезирования костных дефектов.

Кадровый потенциал

Численность - 68 сотрудников (25 - штатных и 43 - совместителей).
В том числе: Докторов наук - 2.
Кандидатов наук - 5.
Средний возраст - 34 года; Н
аучных сотрудников и инженерного персонала без ученых степеней - 17;
Аспирантов НИУ «БелГУ» - 7;
Студентов НИУ «БелГУ» - 15.

Комплексный проект ФЦП «Разработка опытно-промышленных технологий получения нового поколения медицинских имплантатов на основе титановых сплавов»

Разработка материалов и технологий, материаловедческие исследования

ГОУ ВПО Белгородский государственный университет (головная организация)

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

ЦНИИ Конструкционных материалов «Прометей», г Санкт-Петербург

Институт металлургии им А А Байкова, г. Москва

Московский институт стали и сплавов

Московский физикотехнический институт

Биологические и клинические испытания

ЦНИИ Стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

г. Москва

Московский научноисследовательский онкологический институт им П А Герцена

Биологические исследования

Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, г. Москва

Производство мишеней для осаждения покрытий

ЗАО НПО «Металл», г. Москва

Производители металлических имплантатов

ООО «Конмет», г. Москва

ГУП ВНИ Проектный институт медицинских инструментов, г Казань

ООО КНПО «Биотехника», г. Томск

СУММАРНЫЙ ОБЪЁМ ИНВЕСТИЦИЙ 323 млн. руб. бюджетные внебюджетные средства средства **223 млн. руб. 100 млн. руб.**

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

освоение 12 видов продукции для коммерциализации:
внедрение 7 технологических инноваций;
получение 16 патентов

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ОБЪЁМ
коммерциализации результатов проекта **648 млн. руб.**

Результаты ориентированных в практике фундоментальных исследований

Разработаны теоретические основы исследования структуры и свойств нанокристаллических материалов методами молекулярной динамики и молекулярной статики с использованием модельных потенциалов межатомных взаимодействий и расчетов «из первых принципов» для модельных и некоторых технических функциональных материалов. Развит метод расчета средних энергий границ зерен и тройных стыков в нанокристаллических материалах. Определен вклад тройных стыков в избыточнуюэнергиюи диффузиюпо межкристаллитной области в нанокристаллических металлах и сплавах.

Прямыми диффузионными экспериментами, расчетами диффузионных характеристик из данных по кинетике диффузионно-контролируемых процессов и компьютерным моделированием зависимости термодинамических характеристик границ зерен от избыточного объема показано, что высокие скорости массопере-носа в наноструктурных металлах, полученных воздействием больших пластических деформаций, связаны не с размером зерен, а с неравновесным высокоэнергетическим состоянием их внутренних границ раздела.

Совместно с Институтом физики твердого тела РАН установлено, что в слоистых сверхпроводящих композиционных материалах системы Cu-TiNb и Cu-Nb-TiNb, получаемых с применением больших пластических деформаций при повышенных температурах в вакууме, процессы фазообразования интерметаллидов на межслойных границах определяют механические свойства и технологичность получения таких материалов. При этом процессы образования и роста интерметаллидов в исследованных системах при температурах ниже некоторой критической контролируются зернограничной диффузией, а выше данной температуры -объемной. На основании полученных результатов оптимизированы технологические режимы формирования рассматриваемых композитов, имеющих перспективу для широкого применения в технике.

В совместных работах с Институтом металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН и Всероссийским институтом авиационных материалов показано, что в жаропрочных интерметаллидных сплавах, перспективных для применения в качестве материалов для лопаток газотурбинных двигателей самолетов нового поколения, легирование тугоплавкими и редкоземельными элементами обеспечивает формирование наноразмерных фаз, стабилизирующих дендритную монокристаллическую структуру и упрочняющих межфазные границы. Разработаны рекомендации и получены новые сплавы с улучшенными служебными характеристиками.

Совместно с Санкт-Петербургским физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе проводятся исследования упругопластических характеристик и особенностей дефектной структуры наноструктурированных металлических материалов.

Основные результаты ориентированных в практике фундоментальных исследований

Разработаны высокопроизводительные экономичные методы формирования субмикрокристаллических и наноструктурных состояний в металлах и сплавах, сочетающие сортовую и винтовую прокатку с использованием оригинальных температурно-скоростных интервалов, энергосиловых параметров и траекторий деформации. Проведены опытно-конструкторские работы и организовано серийное производство полуфабрикатов из наноструктурных медицинских титановых сплавов , в том числе нелегированного титана (ВТ1-0, Grade-4) без вредных для живого организма легирующих элементов для изготовления медицинских имплантатов. Разработанная технология обработки нелегированного титана обеспечивает возможность промышленного выпуска прутков диаметром 8 мм из титана марок ВТ1 -0 и Grade-4 в субмикрокристаллическом состоянии. Имплантаты для травматологии из материала (титан марки ВТ1-0), обработанного с использованием данной технологии, успешно прошли клинические испытания в трех клиниках РФ (ГУ Научноисследовательский центр Татарстана «Восстановительная травматология и ортопедия» (г. Казань), ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» (г. Москва), Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова (г. Самара)). Указанный материал, изготавливаемый по ТУ 1825-001-02079230-2009 «Прутки из субмикрокристаллического нелегированного титана» (переданного Белгородским государственным университетом в рамках лицензионного соглашения), поставляется малым инновационным предприятием ООО «Металлдеформ» в ГУП РТ «Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт медицинского инструмента», в котором изготавливаются наборы имплантатов для травматологии, поставляемые в клиники РФ. В перспективе планируется довести объем производства до соответствующего потребностям российских предприятий в ультрамелкозернистом и наноструктурном титане для изделий медицинского назначения.

Разработаны методы модификации поверхности титана и его сплавов с целью улучшения биологических свойств путем формирования защитных биоинертных и биоактивных покрытий. В Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П. А. Герцена успешно проведены предклинические испытания имплантатов с такими покрытиями.

Разработана оригинальная технология синтеза наногидроксиапатита (НГАП) в виде водных и спиртовых коллоидов, суспензий и гелей различной плотности, защищенная двумя патентами РФ. Гидроксиапатит является основной составляющей костной ткани и является биологически совместимым материалом. Использование спиртового коллоида НГАП позволяет оптимизировать процесс получения шликерных биоактивных покрытий, а электролиты на основе НГАП позволяют оптимизировать процессы нанесения пористых оксидных покрытий методом микродугового оксидирования с достижением высокого уровня прочности и адгезии без высокотемпературных отжигов.

Интеллектуальная собственность защищена 3 патентами и 4 заявками на изобретения.

Наноструктурный титан

Технические характеристики:

- предел текучести: >700 МПа;
- предел прочности: >900 МПа;
- предел прочности при кручении: >750 МПа;
- сопротивление усталостному нагружению: >450 МПа;
- деформация до разрушения: >15 %;
- сужение в шейке: >50 %.

Технико-экономические преимущества:

Использование титановых сплавов с наноструктурой, обеспечивающей высокие механические свойства при статическом и циклическом нагружении, позволяет разработать новые конструкции имплантатов с улучшенными функциональными свойствами.

Области применения:

Основными областями применения разработанной опытнопромышленной технологии могут быть медицина, ортопедия, травматология, стоматология.

Стадия внедрения:

В настоящее время в Центре НСМН совместно с малым инновационным предприятием ООО «Металл-деформ» организовано серийное производство заготовок промышленного сортамента из высокопрочного субмикрокристаллического и наноструктурного нелегированного титана без вредных для живого организма легирующих элементов для изготовления медицинских имплантатов. Первые партии имплантатов из указанных материалов изготавливаются в ГУП РТ « Всероссийский научноисследовательский и проектный институт медицинского инструмента» (г.Казань) и поставляются клиники РФ.

Работа выполнена в рамках государственного контракта Федеральной целевой программы №02.523.11.3007 «Разработка опытно- промышленных технологий получения нового поколения медицин¬ских имплантатов на основе титановых сплавов».

Научно-образовательный *и* инновационный Центр «Наноструктурные материалы и нанотехнологии»
Белгородского государственного университета
ООО «Металл-деформ»

ДЕФОРМИРОВАННЫЙ ПОЛУФАБРИКАТ НАНОСТРУКТУРНОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ТИТАНА

НАУКА

В отличие от широко применяемых в настоящее время в медицине титановых сплавов (типа ВТ6 и ВТ16), высокопрочный наноструктурный нелегированный титан не содержит вредных для живого организма легирующих элементов (Al и и обладает:

- значительно превосходящей технологической пластичностью, - более высокой коррозионной стойкостью,
- более высокой технологичностью при изготовлении точением;

при этом имеет аналогичную сплавам статическую и циклическую прочность.

ИННОВАЦИИ

Имплантаты для травматологии и ортопедии, изготавливаемые из наноструктурного нелегированного титана в ГУП РТ «Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт медицинского инструмента» (г. Казань), успешно прошли технические и клинические испытания, регистрацию в Росздравнадзоре и сертификацию. Типовые стоматологические имплантаты из наноструктурного нелегированного титана успешно прошли испытания в ФГУП «ЦИТО им. Н.Н. Приорова Росмедтехнологий» на соответствие ISO 14801:2003.

ПРОИЗВОДСТВО

ООО «Металл-деформ» создано при Белгородском госуниверситете в ноябре 2009 г. в соответствие с Федеральным законом от 2 августа 2009 г. №217-ФЗ. Учредителями малого инновационного предприятия является Университет (в сумме 38 %) и частные лица непосредственные разработчики технологий формирования наноструктурного состояния в металлических материалах.

Номенклатура выпускаемых изделие:

- прутки (в т.ч. калиброванные повышенной точности по ASTM F67

для автоматов продольного точения), - полосы и профили (ортопедические).

- Материал: нелегированный титан по ОСТ1 90173 и ОСТ1 90266 марки ВТ1-0 или
- по ИСО 5832-2 (марки Grade-2 и Grade-4).

НОЦ «Наноструктурные материалы и нанотехнологии»,
г. Белгород, ул. Победы 85, тел./факс (+7) 4722 585406,
e-mail Kolobov@bsu.edu.ru

ООО «Металл-деформ», г. Белгород, ул. Королева 2а, тел./факс (+7) 4722 201927
e-mail metal-deform@mail.ru

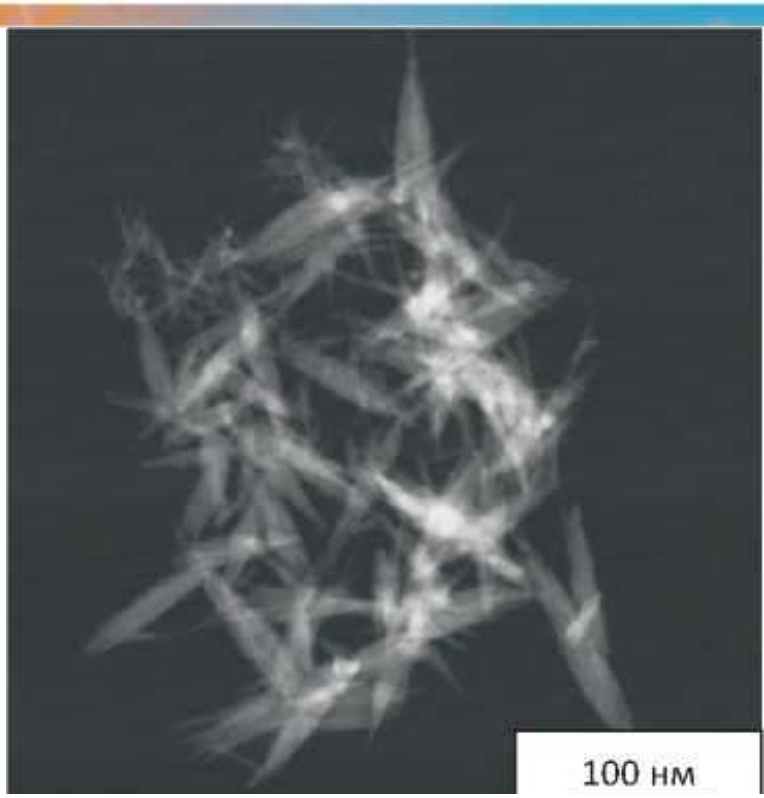
ООО «Конмет» в Белгороде: совместное предприятие с НИУ «БелГУ» в партнерстве с ООО «Металл-деформ»

По итогам состоявшегося 4 июля 2012 года в формате «круглого стола» совещания по теме «Современные медицинские изделия на основе новых наноструктуированных материалов, в том числе с модифицированной поверхностью», организованном НИУ «БелГУ» и администрацией г. Белгорода, запланировано создание в 2012 году в г. Белгород нового крупного совместного предприятия по производству имплантатов для краниопластики и вертебрологии, в том числе из наноструктурированного титана производства ООО «Металл-деформ». Это является важнейшим этапом широкого внедрения в наноструктурированного титана в медицину и решения проблемы обеспечения здравоохранения надёжными, биосовместимыми имплантатами, конкурентоспособными по отношению к лучшим зарубежным образцам.

ООО «Конмет» - крупнейшее предприятие в России по производству имплантатов для дентальной стоматологии, хирургии позвоночника и черепно-челюстно-лицевой хирургии

МАТЕРИАЛЫ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

Научно-образовательный и инновационный Центр



Свойства:

- Гидроксиапатит является основной составляющей костной ткани и признается абсолютно биологически совместимым материалом;!
- Наногидроксиапатит обладает повышенной резорбцией и биоактивностью;
- Может проникать в эмаль и дентин пораженных зубов как составной компонент реминирализующих гелей для восстановления зубных тканей.

Золь гидроксиапатита (ГАП) в изопропиловом спирте

Краткая характеристика разработки:

- Седиментационно-устойчивый 0,2-1,0% спиртовый коллоид гидроксиапатита сохранятеся в течение не менее полугода.
- ГАП в полученном геле существует в виде частиц, сохраняющих наноразмеры (по длине 100-200 нм, по ширине 30-40 нм).

Применение:

- С использованием золя наногидроксиапатита на костных имплантатах из титановых сплавов золь-гель методом формируются "гладкие" биоактивные покрытия, обладающие высокими адгезионными характеристиками и остеокондуктивными свойствами.

- Разработка направлена на производство конкретных конструкций костных и зубных имплантантов.

Гель гидроксиапатита водный

Краткая характеристика разработки:

Простой способ синтеза наноразмерного гидроксиапатита, который позволяет получать целевой продукт с заранее заданной концентрацией (1-40%) без сложного аппаратурного оформления.

Применение:

Продукт синтеза может быть использован для производства лечебно-профилактических препаратов в стоматологии, для нанесения биоактивных покрытий на костные имплантаты.

Стадия внедрения:

На сегодняшний день на базе Центра НСМН БелГУ введен в эксплуатацию участок опытно-промышленного производства нанокристали-ческого гидроксиапатита в формах порошка, водных и спиртовых суспензии и гелей заданной концентрации.

Разработка защищена патентами РФ:

1. № 2342319 Способ получения наноразмерного гидроксилапатита;
2. № 2342938 Способ получения наноразмерного гидроксилапатита.

Работа выполнена в рамках государственного контракта Федеральной целевой программы №02.513.11.3160 "Разработка технологии создания биосовместимых наноструктурированных функциональных керамических и композиционных материалов для медицины".

Современный отечественный стоматологический материал нового поколения. Создан совместно с ЗАО "Опытно-экспериментальный завод "ВладМиВа".

Краткая характеристика разработки:

Уникальный фторирующий лак на основе природных смол, содержащий нанодисперсный коллоидный гидроксиапатит.

Свойства:

Нанодисперсный коллоидный ГАП способствует реминерализации дентина глубокой кариозной полости и нормализации состояния пульпы зуба. Сочетание аминофторида и фторида натрия обеспечивает высокий фторирующий эффект, оказывает противовоспалительное и антисептическое действие, способствует глубокому проникновению в микротрещины эмали и дентинные кольца.

Области применения:

Стоматология.

Стадия внедрения:

В 2008 г. на препарат «Нанофлюор» получен государственный заказ.

Основные публикации

Монографии

1. Колобов Ю.Р., Каблов Е.Н., Козлов Э.В. и др. Структура и свойства интерметаллидных материалов с нанофазным упрочнением. М.: МИСиС, 2008. - 328 с.

2. Kolobov Y.R., Valiev R.Z., Grabovetskaya G.P. et al. Grain Boundary Diffusion and Properties of Nanostructured Materials -London: Cambridge International Science Publishing, 2007.- 248 p.

3. Колобов Ю.Р., Голосов Е.В. Роль диффузионно-контролируемых процессов в формировании структуры и свойств наноструктурных металлических материалов / гл.15, С. 400-428 в монографии Перспективные технологии и методы контроля. - Витебск: изд-во УО «ВГТУ», 2009. - 521с.

4. Колобов Ю.Р., Валиев Р.З., Грабовецкая Г.П. и другие. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов. Новосибирск: Наука, 2001. - 232 с.

5. Колобов Ю.Р. Диффузионно-контролируемые процессы на границах зерен и пластичность металлических поликристаллов. // Новосибирск: Наука, 1998. - 185 с.

Учебное пособие

1. Колобов Ю.Р., Бушнев Л.С., Мышляев М.М. Основы электронной микроскопии. Томск: Издательство Томского университета, 1989. -218 с.

2. Сотрудниками Центра НСМН за последние 5 лет подготовлено более 10 методических учебных пособий.

Обзоры и научные статьи, опубликованные за последние 5 лет

Обзоры

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

2. Колобов Ю.Р. Технологии формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантатов с биоактивными покрытиями // Российские нанотехнологии. - 2009.-Т. 4.-№ 910.-с. 19-31.

3. Липницкий А.Г., Неласов И.В., Грабовецкая Г.П., Колобов Ю.Р. Исследования и компьютерное моделирование процесса межзеренной диффузии в субмикро-и нанокристаллических металлах // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2008. - Т.51. -№4. - С. 47-60.

4. Baretzky B., Baro M.D., Kolobov Yu. R., et al. Fundamentals of interface phenomena in advance bulk nanoscale materials // Rev. Adv. Mater. Sci. - 2005. - Vol. 9. - P. 45-108.

6. Колобов Ю.Р., Голосов Е.В., Раточка И.В. Особенности субмикрокристаллической структуры и ее влияние на механические свойства титановых сплавов // Вопросы материаловедения. -2008.- №2 (54). -С. 43-50.

7. Baretzky B., Baro M.D., Kolobov Yu. R., et al. Fundamentals of interface phenomena in advance bulk nanoscale materials // Rev. Adv. Mater. Sci. - 2005. - Vol. 9. - P. 45-108.

Статьи

1. Иванов М.Б., Манохин С.С., Нечаенко Д.А., Колобов Ю.Р. Особенности кристаллической структуры дисперсных карбидов в альфа-титане // Известия высших учебных заведений. Физика, № 7. - 2011. -С. 19¬25.

2. Голосов Е.В., Ионин А.А., Колобов Ю.Р., Кудряшов С.И., Лигачев А.Е., Новоселов Ю.Н., Селезнев Л.В., Синицын Д.В. Сверхбыстрая оптика поверхности титана и фемтосекундная лазерная запись одномерных нанорешеток ее рельефа // ЖЭТФ, № 1. - Т. 140. - 2011.-С. 21-35.

3. Бетехтин В.И., Колобов О.Р., Нарыкова М.В., Кардашев Б.К., Голосов Е.В., Кадомцев А.Г. Механические свойства, плотность и дефектная структура субмикрокристаллического титана ВТ1-0, полученного после интенсивной пластической деформации при винтовой и продольной прокатках // ЖТФ, вып. 11. - том 81. -2011. - С. 58-64.

4. Иванов М.Б., Лазебная М.А., Колобов Ю.Р., Храмов Г.В., Волковняк Н.Н., Колобова Е.Г. Исследование коррозионной стойкости микродуговых кальций- фосфатных покрытий на титане вт 1-0 в биологических средах//Нано и микросистемная техника, №4. - 2011. - С. 31-37.

5. Вершинина Т.Н., Голосова О.А., Колобов Ю.Р., Поварова К.Б. Исследование структурно-фазовых состояний легированного интерметаллида Ni3Al после отжига и высокотемпературной ползучести // Металлы, № 3. - 2011. - С. 60-64.

6. Golosov E. V., Ionin A. A., Kolobov Yu.R., Kudryashov S.I., Ligachev A.E., Makarov S.V., Novoselov Yu.N., Seleznev L.V., Sinitsyn D.V., Sharipov A.R. Near-threshold femtosecond laser fabrication of one-dimensional subwavelength nanogratings on a graphite surface // Physical review B, 83, 2011, 115426.

7. Golosov E. V., Emel'yanov V. I., Ionin A. A., Kolobov Yu. R., Kudryashov S. I., Ligachev A. E., Novoselov Yu. N., Seleznev L. V., Sinitsyn D. V. Surface modification of titanium by pulsed laser radiation of femtosecond duration // Inorganic Materials: Applied Research, Vol. 2. - No. 3. - 2011. - P. 206-209.

8. Golosov E.V., Ionin A.A, Kolobov Yu.R., Kudryashov S. I., Ligachev A. E., Makarov S.V., Novoselov Yu. N., Seleznev L. V., Sinitsyn D. V. Topological evolution of self-induced silicon nanogratings during prolonged femtosecond laser irradiation // Appl Phys A-Materials Science & Processing, No 2. - Vol. 104. - 2011.- P. 701¬705.

9. Dudarev E.F., Golosov E.V., Kolobov, Yu. R., Pochivalova G.P., Bakach G.P., Torganchuk V.I. The influence of interstitial impurities on true grain-boundary sliding of titanium in coarse-grained and submicrocrystalline states // Russian Physics Journal, Vol.53.- №10. - c.1016-1023.

10. Golosova O. A., Vershinina T. N., Ivanov M. B., Kolobov Yu. R., Pigorev E. S., Zisman A. A. Structure and properties of titanium в-alloys Ti-Nb-Mo-Zr of medical purpose // Journal of Physics: Conference Series, Vol. 291. - № 1.
11. Lipnitskii A.G., Nelasov I.V., Kolobov Yu.R. Self-diffusion parameters of grain boundaries and triple junctions in nanocrystalline materials // Defect and diffusion forum, 2011 V. 309-310. - 2011. - P. 45-50.
12. Федорова М.З., Надеждин С.В., Семихин А.С., Лазебная М.А., Храмов Г.В., Колобов Ю.Р., Громов А.В., Бартов М.С., Лунин В.Г., Карягина А.С., Гундеров Д.В. Экспериментальная оценка композиционного материала на основе белково-минеральных компонентов и рекомбинантного костного морфогенетического белка-2 в качестве покрытия титановых имплантатов//Травматология и ортопедия России. - 2011.- №(2)60. - с. 102-106

13. Иванов М.Б., Голосов Е.В., Колобов Ю.Р., Кузьменко И.Н., Кунгурцев Е.С., Исследование механических свойств образцов наноструктурного титана промышленного сортамента // Российские нанотехнологии. -Т6. - №5-6, 2011. С.108-114.
14. Голосов Е.В., Ионин А.А., Колобов Ю.Р., Кудряшов С.И., Лигачев, Макаров С.В., Новоселов Ю.Н., Селезнев Л.В., Синицын Д.В. Формирование периодических наноструктур на поверхности алюминия под действием фемтосекундных лазерных импульсов // Российские нанотехнологии, том 6, №3-4. - 2011. -С. 59-63.
15. Ионин А.А., Кудряшов С.И., Макаров С.В., Селезнев Л.В., Синицын Д.В., Голосов Е.В., Голосова О.А., Колобов Ю.Р.,Лигачев А.Е. Формирование квазипериодических нано- и микроструктур на поверхности кремния под действием ИК и УФ фемтосекундных лазерных импульсов // Квантовая электроника, № 41 (9). - 2011. - с. 829-834.
16. Миргазизов М.З., Колобов Ю.Р., Миргазизов Р.М., Иванов М.Б., Голосов Е.В., Хафизов Р.Г., Миргазизов А.М. Перспективы создания новых имплантационных материалов и дентальных имплантатов на основе нанотехнологий // Российский вестник дентальной имплантологии. - 2010. - Т. 1.- №21. - С. 96-100.
17. Голосов Е.В., Емельянов В.И., Ионин А.А., Колобов Ю.Р., Кудряшов С.И., Лигачев, Новоселов Ю.Н., Селезнев Л.В., Синицын Д.В. Модификация поверхности титана импульсным лазерным излучением фемтосекундной длительности // Физика и химия обработки материалов. - 2010.- №2. - С. 10-14.
18. Иванов М.Б., Пенкин А.В., Колобов Ю.Р., Голосов Е.В., Нечаенко Д.А., Божко С.А. Теплая поперечновинтовая прокатка в волках конической формы как метод интенсивной пластической деформации // Деформация и разрушение материалов. - 2010.- №9. - С. 13-18.
19. Клименко Д.Н., Марадудин Д.Н., Липницкий А.Г., Колобов Ю.Р. Молекулярно-динамическое моделирование пластической деформации наноламината Cu/Nb // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2010.- №3/2. - С. 154-157.

20. Липницкий А.Г., Неласов И.В., Колобов Ю.Р. Размерные и температурные зависимости диффузионных и термодинамических характеристик межзёренных областей в нанокристаллической меди // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2010.- №3/2. - С. 158-161.

21. Марадудин Д.Н., Клименко Д.Н., Липницкий А.Г., Колобов Ю.Р. Расчеты анизотропии энергии межфазной границы Cu(111)Nb(110) методом погруженного атома // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2010.- №2/3. - С. 162-166.

22. Неласов И.В., Липницкий А.Г., Колобов Ю.Р. Молекулярно-динамическое моделирование включений ниобия в матрице меди // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2010. - Т. 76.- №10. - С. 3638.

23. Дударев Е.Ф., Голосов Е.В., Колобов Ю.Р., Почивалова Г.П., Бакач Г.П., Торганчук В.И. Влияние примесей внедрения на истинное зернограничное проскальзывание титана в крупнозернистом и субмикрокристаллическом состояниях // Известия РАН. Серия физическая. - 2010.- №10. - С. 31-37.

24. Дударев Е.Ф., Колобов Ю.Р., Валиев Р.З., Лотков А.И., Пушнин В.Г., Бакач Г.П., Гундеров Д.В., Дюпин А.П., Куранова Н.Н. О природе аномально высокой пластичности высокопрочных сплавов никелида титана с эффектами памяти формы. II Особенности механизмов пластической деформации при изотермическом нагружении // Физика металлов и металловедение. - 2009. -том 107. -№3. - С. 316-330.

25. Dudarev E.F., Pochivalova G.P., Kolobov Yu.R. et.al. Diffusion-controlled true grainboundary sliding in nanostructured metals and alloys // Materials science and Engineering A. -2009. - N503. - P.58-61.

26. Колобов Ю.Р., Дручинина О.А., Иванов М.Б., Сирота В.В., Лазебная М.А.,и др. Формирование пористых комбинированных биоактивных покрытий на титановых сплавах ВТ6 и ВТ16 методом микродугового оксидирования // Нано-и микросистемная техника. -2009.-№2. -С. 48-53.

27. Неласов И.В., Липницкий А.Г., Колобов Ю.Р. Исследование эволюции межфазной границы Cu/Nb методом молекулярной динамики // Известия высших учебных заведений. Физика. -2009. - Т. 52. - №11. -С.73-78.

28. Липницкий А.Г., Аксенов Д.А., Колобов Ю.Р. Расчет « из первых принципов» характеристик ГПУ фазы системы Ti-C в а титане // Известия высших учебных заведений. Физика. -2009. - №10. - С 42-45.

29. Колобов Ю.Р., Голосов Е.В., Иванов М.Б., Карпов М.И., Внуков В.И., Коржов В.П., Лигачев А.Е. Фазообразование на межслойных границах многослойных композитов Cu-Ti и Cu-Ti (Nb) // Материаловедение. - 2009. -№11. - С. 19-24.

30 Бокштейн Б.С., Внуков В.И., Голосов Е.В., Карпов М.И., Колобов Ю.Р., Колесников Д.А., Коржов В.П., Родин А.О. Структура и диффузионные процессы в слоистых композитах системы Cu-Ti // Изв. Вузов. Физика.- 2009.- № 8.- С. 40 - 44.

31. Голосов Е.В., Емельянов В.И., Ионин А.А., Колобов Ю.Р., Кудряшов С.И., Лигачев А.Е., Новоселов Ю.Н., Селезнев Л.В., Спицын Д.В. Фемтосекундная лазерная запись субволновых одномерных квазипериодических наноструктур на поверхности титана // Письма в ЖЭТФ. - 2009. -том 90. -вып.2. -С.116-120.

32. Grabovetskaya G.P., Kolobov Yu.R., Mishin I.P. The Effect of Dispersion Hardening on the Regularities and Mechanisms of the Creep of Cooper with Submicron Grain Size // Refractory, ceramic and composite materials. -2009. -Vol.50. -№ 5. - P. 540-544.

33. Липницкий А.Г. Энергия границ зерен и тройных стыков в нанокристаллических материалах // Материаловедение. - 2009. - № 2. - С. 2-9

34 Липницкий А.Г., Марадудин Д.Н., Клименко Д.Н., Голосов Е.В.,Неласов И.В., Колобов Ю.Р., Викарчук А.А. Формирование структуры пентагональных частиц из нанокластеров меди // Известия ВУЗов. Физика. -2009. -№2. -С. 27-32.

35. Липницкий А.Г., Колобов Ю.Р., Неласов И.В., Клименко Д.Н., Марадудин Д.Н. Молекулярнодинамическое моделирование многослойного композита Cu/Nb // Материаловедение. - 2009. -№6. - С. 710.

36. Федорова М.З., Надеждин С.В., Колобов Ю.Р., Иванов М.Б., Павлов Н.А., Зубарева Е.В. Влияние физико-механических характеристик биокомпозитного покрытия на репаративный остеогенез // Технологии живых систем.-2009. - Том 6, №3. - С.76-80.

37. Федорова М.З., Надеждин С.В., Колобов Ю.Р., Иванов М.Б., Павлов Н.А.,. Зубарева Е.В “Зависимость остеоиндуктивных свойств биокомпозитного материала от физико-химических характеристик покрытия” // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 2009. Том 148, №11, С. 576-580.

38. Fedorova M.Z., Nadezdin 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. -Volume 148. - Issue 5. - P. 822-824.

39. Павлова Т.В., Колобов Ю.Р., Павлова Л.А., Павлов И.А., Мезенцев Ю.А., Гончаров И.Ю. Экспериментальное применение и оценка регенерационных свойств костной ткани при введении коллагеново-гидроксиаппатитных нанокомпозитов. // Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». - 2009. - ч.1. - С. 224-227.

40. Kolobov Yu.R. Regularities of structure and properties formation of titanium alloys for medical implants with bioactive coatings // Rare Metals. - 2009. -Vol.28. -P.205.

41. Дручинина О.А., Колобов Ю.Р., Вершинин Д.С., Смолякова М.Ю. Оценка глубины азотированного слоя на стали Р6М5 с использованием автоматической системы анализа микротвёрдости // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2009. №6, стр.40-43.

42. Колобов Ю.Р., Грабовецкая Г.П., Мишин И.П. и др. Зернограничная диффузия никеля в субмикрокристаллическом молибдене, полученном интенсивной пластической деформацией // Письма в ЖТФ. -2008. том 34, вып.4, стр.1-7;

43. Pavlova T. V., Krivetsky V. V., Pavlova L. A., Ivanov M.B., Kolesnikov D. A., Pavlov I. A. Innovative methods of nanomaterials grafts application in neurosurgery, European Journal of Natural history. -2008. V. 5. -P. 23-28.

44. Поварова К.Б., Дроздов А.А., Казанская Н.К., Морозов А.Е., Колобов Ю.Р., Вершинина Т. Н., Козлов Э.В. Редкоземельные металлы (РЗМ) в сплавах на основе алюминидов никеля. II. Влияние РЗМ на фазовый состав многокомпонентных сплавов на основе Ni3Al // Металлы. - 2008. - №5. С.4856

45. Грабовецкая Г.П., Колобов Ю.Р., Козлов Э.В. и др. Влияние легирования рением на высокотемпературную ползучесть гетерофазных монокристаллов жаропрочных никелевых сплавов на основе Ni3Al // Журнал функциональных материалов.- 2007.- Т. 1. - № 8. - С. 289-294.

46. Вершинина Т.Н., Иванов М.Б, Колобов Ю.Р., Леонтьева-Смирнова М.В., Иванов Ю.Ф. Исследование структурно-фазового состояния и его роли в формировании жаропрочных свойств 12%-ной хромистой стали // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2007. - Том 50. -№11. - С.36-42.

47. Naidenkin E.V., Dudarev E.V., Kolobov Yu.R. et.a l. The effect of equal-channel angular pressing on structure-phase changes and superplastic properties of Al-Mg-Li alloy // Materials Science Forum. - 2006. - Vols. 503-504. - P. 983-988.

48. Psakhie S.G., Zolnikov K.P., Kryzhevich D.S., Lipnitskii A.G. On structural defect generation induced by thermal fluctuations in materials with a perfect lattice under dynamic loading //Physics Letters A Volume 349, Issue6,23January 2006, Pages 509-512.

49. Колобов Ю.Р., Шаркеев Ю.П., Карлов А.В. и др. Биокомпозиционный материал с высокой совместимостью для травматологии и ортопедии // Деформация и разрушение материалов. - 2005. - №4. -С. 2-9.

50. КозловЭ.В.,ПоповаН.А.,НиконенкоЕ.Л.,СизоненкоН.Р.,КоневаН.А.,КолобовЮ.Р.,Бунтушкин В.П.
Состояние /-фазы в сложнолегированном сплаве на основе Ni-Al после направленной кристаллизации и отжига. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения». - 2005. - №1. - Том 2. - С. 3538.

51. Козлов Э.В., Попова Н.А., Никоненко Е.Л., Колобов Ю.Р., Бунтушкин В.П., Конева Н.А. Преимущественная ориентация Y'-и Y-фаз в сложнолегированном сплаве на основе Ni-Al-Co // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2005. - №. - 1. - Том 2. - С. 106-109.

52. Kolobov Yu. R., Ratochka I. V. Grain boundary diffusi on and plasticity/superplasticity of polycrystalline and nanostructured metals and alloys.// Materials Science and Engineering A. - 2005. - V.410-411. - P.468-471.

Научно-образовательный и инновационный Центр

Приборная база в рамках УНИК «Материаловедение и нанотехнологии

- Вычислительный 64-процессорный кластер Т-платформы для математических и инженерных расчетов;
- растровый электронный микроскоп Quanta 600 FEG;
- растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 200 3D;
- просвечивающий электронный микроскоп фирмы JEOL JEM 2100;
- просвечивающий электронный микроскоп фирмы FEI Tecnai G2 20F S-TWIN;
- рентгеновский спектрометр ARL OPTIM'X с диапазоном определяемых элементов от фтора до урана;
- рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA;
- нанотехнологические комплексы NTEGRA Vita и Aura, включающие наноиндентор, атомносиловой и туннельный микроскопы;
- термоанализатор SDT Q600 для высокотемпературного дифференциально-термического анализа, термогравиметрического анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии;
- ИК-Фурье спектрометр-микроскоп Nicolet 6700;
- лазерный дифракционный анализатор размера частиц Анализетте 22 Nanotech;
- анализатор удельной площади поверхности TriStar II 3020;
- ртутный порозиметр AutoPore IV 9500;
- высокотемпературный трибометр High-temperature Tribometer (CSM-Instruments);
- скретч тестер REVETEST (CSM Instruments);
- автоматическая система анализа микротвердости на базе моторизованного микротвердомера DM 8B AUTO;
- твердомеры 3000 BLD по Бринеллю, 402 MVD по Виккерсу и Wilson Wolperrt 600 MRD по Роквеллу;
- оптические инвертированные микроскопы Olympus GX51 и Olympus GX71;
- вакуумный пост JEE-420;
- комплекс оборудования Struers для получения образцов и их подготовки к испытаниям (LaboPol-5, TenuPol-5, Tegr aPol-31, LectroPol-5);

- ионная пушка Fishione 1010 для подготовки образцов для электронной микроскопии;
- универсальная гидравлическая испытательная машина для статических испытаний Instron 300LX-B1-C3-J1C;
- напольная сервогидравлическая испытательная машина Instron 8801;
- универсальная напольная электромеханическая испытательная машина Instron 5882;
- высокоскоростная машина для испытаний на усталость при изгибе балки с вращением модели P.P. Mypa Instron;
- лабораторный комплекс оборудования для нанесения покрытий методами микродугового оксидирования и электроискрового легирования;
- установка для вакуумной электронно-лучевой наплавки износостойких покрытий ЭЛУ-5;
- установка для ионного азотирования и осаждения функциональных покрытий на материалах и изделиях вакуумно-дуговым методом ННВ 6.6-И1;
- стан винтовой прокатки вакуумный;
- стан радиально-сдвиговой прокатки РСП 14-40;
- трехвалковый стан сортовой прокатки ТРИО-180;
- гидравлические прессы производства ОАО « Гидропресс» мощностью100 и 400 т.с., оснащенные изотермическим блоком;
- сушилка лиофильная AdVantage Plus Freeze Dryer XL-70;
- комплекс оборудования для термической обработки металлов и сплавов (печи муфельные Nabertherm, ИТМ и другие);
- проволочно-вырезной пятикоординатный станок SODICK модели AQ 300L (точность позиционирования 100 нм, дискретность измерительной системы 10 нм, точность обрабатываемой детали составляет 6-8 мкм, шероховатость соответствует IX классу).

Адрес: 308034, г. Белгород, ул. Королева, 2а
Тел.: (4722)58-54-06, 58-54-07
факс.: (4722)58-54-06
e-mail: director-cnsmn@bsu.edu.ru
http://nano.bsu.edu.ru

XIII Московский международный
Салон изобретений и инновационных технологий

«АРХИМЕД-2010»

ДИПЛОМ

Решением Международного Жюри
награждается

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»
за разработку «Пруток из высокопрочного наноструктурного нелегированного титана»
(Колобов Ю.Р., Иванов М.Б., Голосов Е.В., Пенкин А.В., Нечаенко Д.А.)

Председатель Международного Жюри, Президент Евразийской патентной организации	Президент Салона	Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
А.Н. Григорьев	Д.И. Зезюлин	Б.П. Симонов

ASSOCIATION DES INVENTEURS ET FABRICANTS FRANÇAIS

CONCOURS LÉPINE

LE SALON EUROPÉEN DE L'INVENTION DE STRASBOURG

STRASBOURG ÉVÉNEMENTS

2010

Diplôme Médaille d'Or

décerné à Maxim Ivanov, Evgeny Golosov, Yury Kolobov
Dmitry Nechaenko et Alexei Penkin
pour Barreaux et barres en titane ne contenant pas
d'éléments dopants, modifié, de type BT1-0

Le Président de l'Association

Le Secrétaire Général

Le Président du Jury

073

VI МІЖНАРОДНИЙ САЛОН
ВИНАХОДІВ та НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
«НОВИЙ ЧАС»

«Сталий розвиток під час змін»

Диплом

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

ЗОЛОТОЮ МЕДАЛЛЮ

М. ИВАНОВ, Е. ГОЛОСОВ,
Ю. КОЛОБОВ, Д. НЕЧАЕНКО, А. ПЕНКИН
(г. Белгород, Россия)

за разработку

ПРУТКИ И ПОЛОСЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ТИТАНА МАРКИ ВТ1-0

Президент Міжнародного жюрі	Почесний Президент Салону	Голова Нагородної комісії
професор П'єр Фюм'єр	професор О. Оніпко	професор В.П. Гоч
(Бельгія)	*(Україна)*	*(Україна)*

м. Севастополь
23-25 вересня 2010 р.

Этап деятельности Центра наноструктурных материалов и нанотехнологий: 2012-2022 гг.

Развитие организационной структуры НИУ «БелГУ» по направлению «нанотехнологии»

Руководители Центра НСМН:

В период с 2007 по 2023 гг. обязанности директоров Центра НСМН в разное время исполняли: проф. д.ф.-м.н. Колобов Ю.Р.; д.ф.-м.н. Иванов М.Б.; проф. д.ф.-м.н. Захвалинский В.С.; Храмов Г.В.; проф. д.ф.-м.н. Носков А.В.

Научный руководитель Центра - проф. д.ф.-м.н. Колобов Ю.Р.;

Комплексный проект
(в формате постановления Правительства № 218 от 09.04.2010г.)
«Разработка и создание серийного производства эндопротезов крупных суставов с наноструктурными пористыми биоактивными покрытиями» (сроки выполнения: 2013-2015 г.г.)

<u>Содержание работ</u>: разработка и создание новых композиционных материалов титановый сплав – покрытие для серийного промышленного производства эндопротезов крупных суставов

Заказчик – ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» (Минпромторг РФ)

Головной исполнитель: НИУ «Белгородский государственный университет»
Соисполнители : Институт проблем химической физики РАН;
(г. Черноголовка) Институт Структурной Макрокинетики РАН

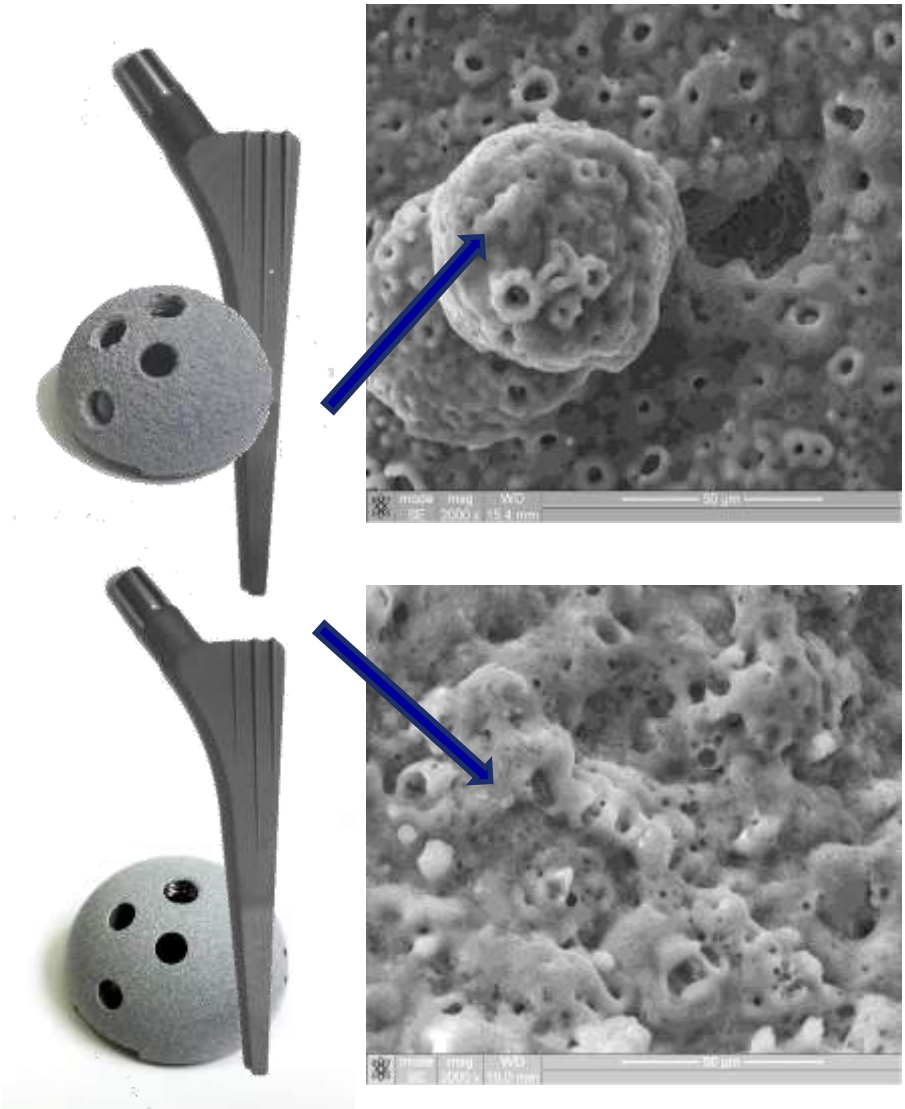
Роботизированный комплекс для плазменного напыления модифицированного гидроксиапатита на титановые эндопротезы с МДО-покрытиями

ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева»
г.Красногорск Моск.обл.

Адаптированные к промышленным условиям новые методики нанесения биоактивных покрытий (разработка НИУ «БелГУ»,ИПХФ РАН, ИСМАН).

Характеристика разработанных биоактивных покрытий

Назначение – производство костных имплантатов с сокращенным послеоперационным периодом восстановления и улучшенными эксплуатационными характеристиками



Преимущества:

- ✓ Высокое содержание в покрытиях биоактивных компонентов
- ✓ Благоприятно воздействующая на процессы регенерации костной ткани структура;
- ✓ Стойкость покрытий к воздействию коррозионных и биологических сред, защита организма от металлической основы имплантата;
- ✓ Обеспечение надежной фиксации имплантата в кости
- ✓ Возможность транзита лекарственных препаратов и фосфатов кальция

Этапы развития технологии

❖ 2006 год: Трансфер лабораторных методик синтеза гидроксиапатита кальция и изготовления на его основе биосовместимых покрытий из ИФПМ СО РАН (г. Томск) в БелГУ при переезде группы под руководством проф. Колобова Ю.Р. На работу в БелГУ.

❖ 2007-2008 гг.: Гос. контракт № 02.513.11.3160 на НИР по разработке лабораторной технологии. *Проведение медико-биологических испытаний in vitro. Получение первых патентов на БелГУ по гидроксиапатиту кальция (ГАП) и покрытию.*

❖ 2008-2010 гг.: Договор на ОТР по разработке опытной технологии в рамках комплексного проекта, выполняемого совместно БелГУ и НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи(г.Москва). Создание опытного участка формирования покрытий, проведение эксперимента на животных с внедрением модельных протезов из композиционных материалов.

❖ 2010-2012 гг.: НИР по разработке материалов для дентальной имплантологии при участии кафедры стоматологии НИУ «БелГУ» (руководитель проекта - Б.В. Трифонов) и Казанского государственного медицинского университета (участник проекта - заслуженный стоматолог России, профессор Миргазизов М.З.)

❖ 2013-2015 гг.: ОКТР (218 ПП) с Красногорским заводом им. С.А. Зверева по разработке и созданию серийного производства крупных суставов.

Успешное внедрение технологии, патентование в России и за рубежом, разработка с участием НИУ «БелГУ» установки по нанесению покрытий.

Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий НИУ «БелГУ»

Элементы эндопротезов тазобедренного сустава на основе титановых сплавов с наноструктурными пористыми биоактивными покрытиями, формируемыми методом микродугового оксидирования

Микродуговые пористые наноструктурные биоактивные покрытия для титановых костных имплантатов и эндопротезов

Иностранные патенты

Израиль - 02.06.2021 IL255808 СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ БИОАКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ КРУПНЫХ СУСТАВОВ (METHOD FOR FORMING A BIOACTIVE COATING ON THE SURFACE OF MAJOR JOINT ENDOPROSTHESES) Колобов Ю.Р. , Иванов М.Б., Храмов Г.В. ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» 2015122349 11.06.2015 (И)

Казахстан - 229.10.2019 KZ33984 Способ формирования биоактивного покрытия на поверхности эндопротезов крупных суставов человека .Авторы:Колобов Юрий Романович, Иванов Максим Борисович , Храмов Георгий Викторович ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» 2015122349 11.06.2015 (И)

Беларусь - 327.02.2019 Белоруссия 22513 Способ формирования биоактивного покрытия на поверхности эндопротезов крупных суставов Колобов Ю.Р., Иванов М.Б., Храмов Г.В. ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» a20170459 06.12.2017 (НОЦ)

Важные особенности технологии

❖ Для электрохимического процесса формирования покрытий используется электролит низкой концентрации на основе пищевых добавок с нормой расхода 1,6 л/кв.дм (23,5 г сух. вещества на кв.дм), легко утилизирующийся

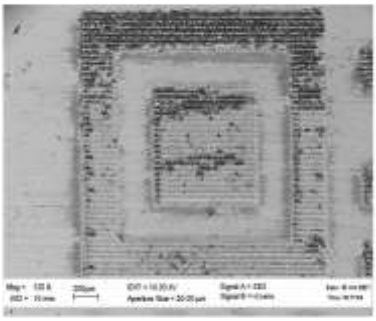
❖ Метод не сопряжен с высокими требованиями к качеству подготовки обрабатываемой поверхности и конфигурации изделия, в отличие от многих гальванических и вакуумных процессов осаждения покрытий

❖ Основное звено технологического оборудования – установка по нанесению покрытия – производится на площадке технопарка «Высокие технологии» НИУ «БелГУ»

❖ Для разработанных покрытий успешно проведены биомедицинские испытания in vitro на цитотоксичность, исследование остеогенеза в области имплантации в костную ткань лабораторным животным, исследования процессов остеокондуктивной и остеоиндуктивной активности покрытий по методике «Эктопический остеогенез»

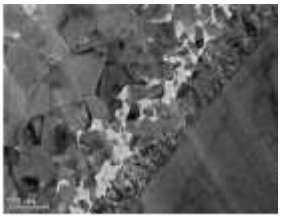
Совместно ФИЦ ПХФ и МХ, ИФТТ РАН (г.Черноголовка), Университетом ИТМО (г.Ст-Петербург),НИУ БелГУ (г.Белгород), Разработан, изготовлен и аттестован уникальный двухмодульный испытательный стенд для проведения исследовательских и натурных испытаний на фрикционный износ лазерно-индуцированных идентификационных кодов на поверхности конструкционных и функциональных материалов различного назначения. Стенд сдан в эксплуатацию в условиях реального производства в ООО «Лазерный центр» в 2022году (г. Санкт-Петербург).

Механическая устойчивость



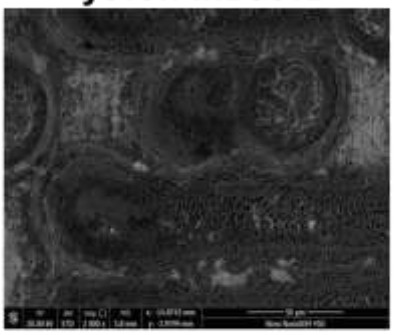
Механический износ штрих-кода на алюминии

Термическая устойчивость



Образование подповерхностных пор и структурные изменения в области кода на титане при отжиге 850°С

Химическая устойчивость



Деградация оксидной пленки, формирующей цветной идентификационный код на латуни

Основные НИР и НИОКР, выполненные на втором этапе развития Центра НСМН

2013-2015 г.г. - Комплексный проект (в формате постановления Правительства № 218 от 09.04.2010г.) «Разработка и создание серийного производства эндопротезов крупных суставов с наноструктурными пористыми биоактивными покрытиями». Заказчик – ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» (Минпромторг РФ). Головной исполнитель: НИУ «Белгородский государственный университет». Объем финансирования: 170 млн.руб.;

2022 год - Научно-исследовательская работа по теме: “Исследование структуры рекристаллизованного и ультрамелкозернистого алюминиевого сплава после испытаний на длительную прочность”. Объем финансирования: 300 тыс.руб.;

2021 год – Хоздоговор с Институтом проблем химической физики РАН (переименован в 2023 году в ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН, г. Черноголовка). Объем финансирования : 300 тыс. руб.;

2021 год – Хоздоговор «Экспериментальные исследования усталостных свойств и структуры титановых образцов в субмикрокристаллическом и рекристаллизованном исходных состояниях ». Объем финансирования: 500 пятьсот тыс. руб.;

2020 год - Услуги по комплектованию и отладке встраиваемой электронной подсистемы для изготовления испытательного стенда. Инновационная разработка выполнена в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, оборудования и технологий лазерного кодирования перемещаемых товаров и их оптической идентификации для реализации современных систем управления материальными потоками, осуществляемого на базе ООО «Лазерный центр» (индустриальный заказчик проекта), в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218. Услуги выполнены в рамках соглашения о выполнении заданий проекта между ИПХФ РАН – головной исполнитель проекта и заказчиком -Университетом ИТМО (г. Санкт-Петербург). Объем финансирования: 1680 тыс. руб;

2020 год - Изготовление и поставка образцов из технически чистого титана марки ВТ1-0 в крупнозернистом и субмикрокристаллическом состояниях с проведением микро-дугового оксидирования поверхности заданного количества образцов. Объем финансирования: 150 тыс. руб.

2020 год - НИР по теме: «Экспериментальные исследования усталостных свойств алюминиевых и титановых образцов в различных структурных состояниях, в том числе с предварительно нанесенными МДО покрытиями». Объем финансирования: 450 тыс. руб.;

2020 год - научно - исследовательская работа по теме: «Экспериментальные исследования неоднородности развития пластической деформации в алюминиевых и титановых образцах после усталостных испытаний». Объем финансирования: 200 тыс. руб.