

Наука МИСиС



2011

Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС»

Наука МИСиС 2011

Сборник статей
под редакцией С.В. Салихова

Москва 2012

НЗ4 Наука МИСиС 2011: /под ред. С.В. Салихова. – М. : Издательский Дом
МИСиС, 2012. – 114 с.
ISBN 978-5-87623-634-4

Сборник посвящен результатам научной и инновационной деятельности НИТУ «МИСиС» в 2011 году. Приведены статьи о перспективных инновационных разработках и результатах научных исследований, о создании новых технологий, новых материалов и приборов.

Издание адресовано специалистам, аспирантам и студентам, а также молодежи, определяющей будущую специальность, сферу приложения своих способностей.

УДК 378.001

2011 год – на волне инноваций

Михаил Филонов
профессор, д.т.н.

Проректор по науке
и инновациям



Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» – ведущий учебно-научный центр страны по подготовке специалистов в области металлургии и материаловедения, специализирующийся на выполнении перспективных фундаментальных и прикладных исследований и разработке наукоемких технологий.

2011 год в НИТУ «МИСиС» прошел на волне инноваций. Университет выиграл два конкурса по привлечению ведущих ученых в российские вузы по Постановлению Правительства Российской Федерации №220 с общим финансированием 330 млн. руб. Руководят этими проектами ученые Алексей Устинов и Дмитрий Гольдберг, для которых мы сейчас создаем две новые лаборатории: одну – по сверхпроводящим метаматериалам, другую – по нанотрубкам из графеноподобного нитрида бора. Это совершенно новые для нас направления, которые еще только формируются. Также продолжается работа по постановлениям №218 – развитие кооперации российских вузов и производственных предприятий и №219 – развитие инновационной инфраструктуры.

Среди студенческих событий наиболее знаковое – Дни науки. В этом году в рамках студенческих дней науки впервые была вручена первая молодежная премия в области науки и инноваций. Премия вручалась по четырем номинациям, соответствующим приоритетным направлениям развития университета: нанотехнологии и технологии новых материалов, ИТ, энергосберегающие технологии и технологии рационального природопользования, и стала хорошим стимулом для молодых исследователей.

Сегодня в университете ведутся исследования по всем восьми приоритетным направлениям, утвержденным Правительством РФ:

- безопасность и противодействие терроризму;
- живые системы;
- индустрия наносистем и материалов;
- информационно-телекоммуникационные системы;
- перспективные вооружения, военная и специальная техника;
- рациональное природопользование;
- транспортные, авиационные и космические системы;
- энергетика и энергосбережение.

За прошедший год в НИТУ «МИСиС» выполнено научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на сумму более 1200 млн. рублей, опубликовано более 600 статей в ведущих отечественных и зарубежных журналах, получено более 40 патентов и «ноу-хау». НИТУ «МИСиС» принял участие в 31 выставке, в том числе в 12 международных. За этими сухими цифрами стоит труд наших научных и педагогических сотрудников, которые в очередной раз доказали, что звание национального научно-исследовательского университета МИСиС носит вполне заслуженно. ♦

СЕГОДНЯ
РОССИЙСКАЯ
НАУКА
В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ
СТЕПЕНИ – НАУКА
УНИВЕРСИТЕТСКАЯ



Итоги года3

	Календарь событий	6
	Развитие инновационной инфраструктуры	8
	Наука МИСиС в цифрах и фактах	10

Фундаментальные исследования11

	Деформационные фазовые переходы в металлах при высоких давлениях	12
	Исследование манганитов с КМС и мультиферроиков	14
	Наноструктуры и функциональные свойства сплавов с памятью формы	16
	Механохимический синтез покрытий на поверхности металлов	18
	Нанокмпозиционные антифрикционные покрытия	20
	Магнитокалорический эффект в сплавах Гейслера	22
	Квазидомерные доменные стенки в сегнетоэлектриках	24

Прикладные исследования27

	Компьютерные литейные технологии для двигателестроения	28
	Разработка элементов и приборов наногradientной оптики	30
	Сквозная энергосберегающая технология термообработки изделий атомной энергетики	32
	Анализ перспектив развития и применения новых материалов	34
	Радиационностойкие жаропрочные материалы на основе ванадия	36
	Проблема сохранения наноструктуры твердых растворов $Bi_{2-x}Sb_xTe_3$	38
	Опытная установка для переработки руд месторождения Озерное	40
	Новые технологии для пересчета запасов железных руд	42
	Разработка концепции трубопрокатного агрегата	44

Проекты программы развития45

	Научно-технологический комплекс «Нанобезопасность»	46
	Технологии получения новых медицинских сплавов с памятью формы	48
	Инновационные технологии получения защитных покрытий	50
	Разработка инновационных литейных технологий и материалов	52
	Разработка и производство функциональных нанодисперсных материалов	54
	Полимерматричные нанокмпозиционные материалы конструкционного и трибологического назначения	56
	Разработка новых материалов на основе Fe, Al и Ti	58
	Моделирование и анализ деятельности сложных систем	60
	Инжиниринговый центр технологии минерального сырья	62
	Создание научно-технической базы для разработки ХИТ	64
	Создание центра спецэлектрометаллургии	66
	Наноструктурированные постоянные магниты	67
	Наномодифицированный алмазный инструмент	68

Институты и филиалы69

	Институт новых материалов и нанотехнологий	70
	Институт экотехнологий и инжиниринга	72
	Институт информационных технологий и автоматизированных систем управления	74
	Институт экономики и управления промышленными предприятиями	76
	Институт базового образования	78
	Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова	80
	Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС»	82
	Электростальский политехнический институт	84
Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»	86	

Инфраструктура научных исследований87

	Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия»	88
	Межфадеральная испытательная лаборатория «Наноматериалы»	89
	Научно-образовательный «Центр наноматериалов и нанотехнологий»	90
	Учебно-научный центр «Международная школа микроскопии»	91
	Центр ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья	92
	Учебно-научное управление менеджмента качества и сертификации «Металлсертификат»	93

Подготовка специалистов высшей квалификации95

	Институт непрерывного образования	96
	Институт информационных бизнес систем	97
	Подготовка кадров для металлургических предприятий в магистратуре НИТУ «МИСиС»	98
	Магистерская программа РОСНАНО «Производство мультикаскадных наногетероструктурных солнечных элементов и солнечных батарей космического назначения на основе полупроводниковых материалов A^3B^5 »	99
	Нанодиагностика, метрология, стандартизация, сертификация продукции нанотехнологий и наноиндустрии	100
	Магистратура Шанхайской организации сотрудничества «Наноматериалы»	101
	Магистерская школа с международным участием «Функциональные и наноструктурные материалы»	102
	Advanced Metallic Materials and Engineering	103
	Quantum Physics for Advanced Materials Engineering	104
	Advanced Material Science	105

Международное научно-техническое сотрудничество107

	Международные научно-технические проекты	108
	Центр коммерциализации технологий	109
	Лаборатория «Сверхпроводящие метаматериалы»	110
	Лаборатория «Неорганические наноматериалы»	111
	Научно-исследовательский центр «Конструкционные керамические наноматериалы»	112
	Лаборатория «Деформационно-термические процессы»	113

Февраль



Запущен спонсорский проект, направленный на развитие научных направлений новых инновационных структур НИТУ «МИСиС», финансируемый со стороны ООО «Стройновация», входящего в ООО «Группа «Сумма». В рамках реализации проекта были приглашены международные специалисты с мировым опытом и организованы три новых структурных подразделения: Лаборатория «Деформационно-термические процессы» под руководством Рудольфа Кавалла (Германия), Научно-исследовательский центр «Конструкционные керамические наноматериалы» под руководством Алекса Мукасьяна (США) и Центр коммерциализации технологий под руководством Пейджа Хеллера (США).

Сентябрь



В 2011 году НИТУ «МИСиС» стал победителем открытого публичного конкурса на получение грантов Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования (постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. №220). Конкурс выиграли проекты проф. Алексея Устинова (Германия) и проф. Дмитрия Гольберга (Япония). В рамках двух мегагрантов в НИТУ «МИСиС» создаются лаборатории мирового уровня.

Апрель



Решением Правительственной комиссии по высшим технологиям и инновациям НИТУ «МИСиС» стал координатором технологической платформы «Материалы и технологии металлургии», цели и задачи которой направлены на развитие технологий производства и применения материалов металлургии как важнейшего элемента промышленной политики и формирования инновационной экономики России. К концу года в состав участников технологической платформы вошли более 60 организаций, в том числе ведущие металлургические предприятия, государственные корпорации и научно-исследовательские институты.

Апрель

Учреждена и впервые вручена университетская Молодежная Премия в области науки и инноваций, целью которой является поощрение самых талантливых молодых людей, занимающихся фундаментальными исследованиями по четырем приоритетным для университета направлениям. Экспертное жюри премии состояло из руководителей крупных предприятий, госкорпораций и представительств транснациональных корпораций в России. Бронзовые статуэтки премии и 20 тыс.руб. были вручены каждому победителю в рамках Торжественного Закрытия 66-х дней науки в Инспираториуме.



Октябрь

В НИТУ «МИСиС» проходила международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии обработки металлов давлением», посвященная 100-летию со дня рождения проф., д.т.н., Героя Социалистического труда П.И. Полухина. В работе конференции приняли участие специалисты крупных металлургических предприятий (НЛМК, ОАО «Северсталь», Синарский трубный, Первоуральский новотрубный заводы и др.) России, ведущих металлургических компаний Западной Европы (Thyssen Krupp Steel, SMS Siemag AG, KOCKS, Arselor Mittal, Siemens и др.), ведущих металлургических и технических университетов России, Украины, Казахстана, Германии, Польши, научно-исследовательских организаций. На конференции были обсуждены современное состояние и перспективы развития ресурсо- и энергосберегающих технологий ОМД, использование информационных технологий, разработки технологий создания и обработки новых функциональных материалов и оборудования.



Ноябрь

Для магистров НИТУ «МИСиС», обучающихся по направлению подготовки «Металлургия», и партнеров университетом был проведен курс лекций «Инновационное предпринимательство, управление НИОКР и трансфер технологий». Магистров обучали преподаватели из ассоциации университетских менеджеров по технологиям из США, Канады, Австралии и России.



16 ноября

Председатель правительства России Владимир Путин подписал распоряжение о присуждении премий правительства РФ 2011 года в области образования. Лауреатами премии стали ректор НИТУ «МИСиС» Дмитрий Ливанов и заведующий кафедрой физической химии университета Михаил Астахов.

В течение года

6 малых инновационных предприятий, созданные НИТУ «МИСиС» по 217-ФЗ, получили поддержку Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере на реализацию инновационных проектов в рамках программы СТАРТ. Еще одно предприятие получило грант Фонда «Сколково».



Развитие инновационной инфраструктуры



Сергей Салихов

Начальник управления науки

НАШИ ЦЕЛИ —
РАЗВИТИЕ
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ
НАУКИ, ВОВЛЕЧЕНИЕ
В НАУКУ МОЛОДЕЖИ
И ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
С БИЗНЕС-
СООБЩЕСТВОМ



Управление науки МИСиС имеет три стратегических цели – развитие фундаментальной и прикладной науки, вовлечение в науку молодежи и организация взаимодействия с бизнес-сообществом. В соответствии со структурой управления программой развития НИТУ «МИСиС» управление науки отвечает за реализацию мероприятий второго направления программы развития. В рамках мероприятий направления перестраивается организационная структура научного комплекса. В 2011 году продолжается реализация 13 наиболее интересных и перспективных проектов, которые были отобраны в 2009–2010 годах по итогам открытого университетского конкурса и стали точками роста НИОКР в области прикладной науки. По каждому проекту были достигнуты определенные в 2009 году показатели эффективности – по достижению определенных научных результатов, цитируемости, разработке новых магистерских программ, ну и наконец, возврату инвестиций.

В части поддержки фундаментальных исследований мы выделяем гранты, нацеленные на поддержку фундаментальных исследований молодых ученых. Основная цель – увеличение индекса цитируемости (SCI, SSCI) публикаций ученых МИСиС. Конечно, эффект здесь будет отложенным, но судя по вниманию ученых к этой инициативе, у нас будут хорошие результаты.

Среди задач, которые стоят перед управлением науки, особое место занимает создание условий для привлечения в науку молодежи. Ежегодно МИСиС участвует в Фестивале науки в Москве. Программа Фестиваля на площадке «МИСиС» выстраивается таким образом, чтобы она была интересна не только абитуриентам, но и студентам младших курсов. Фестиваль науки демонстрирует возможности научного комплекса МИСиС, мотивируя студентов на исследовательскую деятельность.

Традиционные весенние Дни науки студентов МИСиС давно перестали носить формальный характер. Сейчас – это хорошая стартовая площадка для молодых исследователей. Тесное сотрудничество МИСиС с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, позволяет нашим молодым исследователям стать участниками программ Фонда (У.М.Н.И.К. и СТАРТ) и получить его финансовую поддержку. Каждый год победителями программы «У.М.Н.И.К.» становятся около 25 молодых исследователей МИСиС. Лучших, которые проходят двухгодичную программу, мы выводим в программу «СТАРТ».

В этом году НИТУ «МИСиС» стал координатором технологической платформы «Материалы и технологии металлургии», цели и задачи которой направлены на развитие технологий производства и применения материалов металлургии как важнейшего элемента промышленной политики и формирования инновационной экономики России. К концу года в состав участников технологической платформы вошли более 60 организаций, в том числе ведущие металлургические предприятия, государственные корпорации и научно-исследовательские институты.

В рамках единого подхода к работе с бизнесом все запросы компаний поступают в управление науки, которое координирует взаимодействие с бизнес-структурами. Это позволяет нам более эффективно развивать партнерские отношения с бизнесом.

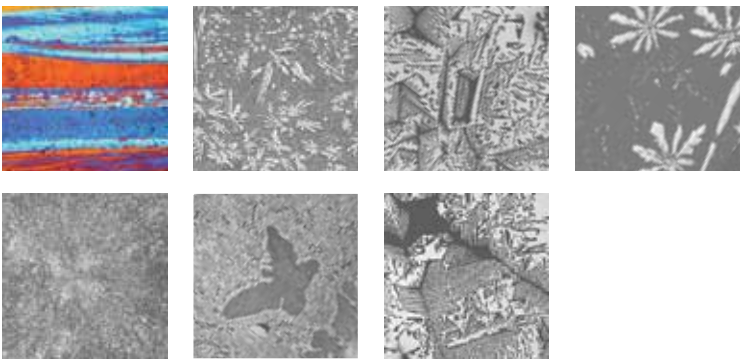
Управление науки МИСиС выступает как системный интегратор в масштабе научном проекте по заказу госкорпорации «Росатом». В проект «Росатома», вовлечено несколько различных научных организаций, МИСиС является генподрядчиком и научным руководителем всех работ.

Создание на базе МИСиС исследовательских центров в партнерстве с компаниями – одна из приоритетных задач университета. В МИСиС сформирована уникальная инфраструктура – лучшие специалисты в области металлургии и материаловедения, уникальное научное оборудование. На базе этой инфраструктуры возможно создание исследовательских центров по определенной тематике по запросам бизнеса. Сейчас эту роль в крупных компаниях выполняют департаменты R&D. Несмотря на солидные бюджеты этих департаментов, их инфраструктура не может сравниться с инфраструктурой МИСиС.

МИСиС стремится быть релевантным бизнесу, глубоко понимая его потребности, адаптируя научно-исследовательские работы и программы обучения к реальным запросам. Мы нацелены на выполнение исследований для бизнеса в рамках подхода, когда заказчик имеет единый центр ответственности, который координирует выполнение всех работ. Такой подход предполагает планирование, ограниченные сроки, соблюдением бюджета, контроль со стороны заказчика на каждом этапе исполнения проекта и т.д. МИСиС поставляет заказчику готовые технологии с измеримым для бизнеса результатом и готов ответить за этот результат. ♦

МИСиС СТРЕМИТСЯ БЫТЬ
РЕЛЕВАНТНЫМ БИЗНЕСУ,
ГЛУБОКО ПОНИМАЯ
ЕГО ПОТРЕБНОСТИ,
АДАПТИРУЯ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ И ПРОГРАММЫ
ОБУЧЕНИЯ К РЕАЛЬНЫМ
ЗАПРОСАМ КОМПАНИЙ





11 Фундаментальные исследования

С момента создания в 1930 году Московского института стали и сплавов в нем активно развивались исследования по фундаментальным и прикладным основам металлургии и материаловедения, решению практических задач на основе достижений фундаментальной науки. Были заложены научные школы, в дальнейшем получившие международное признание.

Деформационные фазовые переходы в металлах при высоких давлениях

Юрий Векилов
профессор, д. ф.-м. н.,
Олег Красильников
доцент, д. ф.-м. н.

Кафедра теоретической физики
и квантовых технологий

ВОЗМОЖНОСТЬ
ДЕФОРМАЦИОННОГО
ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА
В ВАНАДИИ БЫЛА
СНАЧАЛА ПРЕДСКА-
ЗАНА ТЕОРЕТИЧЕСКИ,
И ТОЛЬКО ПОТОМ
ЭТОТ ПЕРЕХОД
БЫЛ ОБНАРУЖЕН
ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНО В УКАЗАН-
НОМ ИНТЕРВАЛЕ
ДАВЛЕНИЙ

Экспериментальные исследования кристаллической структуры элементарных веществ при высоких давлениях (давление сопоставимо с величиной объемного модуля материала) показали, что эти вещества испытывают ряд структурных превращений. При этом фазы высокого давления часто являются менее симметричными и обладают менее компактной упаковкой, чем фазы, реализующиеся при нормальных условиях. Эти результаты противоречат общей тенденции фазовых превращений: переход кристаллического вещества под давлением в плотноупакованные структуры, обладающие максимальными координационными числами. В этом отношении характерен фазовый переход ОЦК – ромбоэдрическая фаза, обнаруженный в ванадии при 69 ГПа (температура комнатная) в недавних экспериментах по дифракции синхротронного рентгеновского излучения.

Цель проекта состоит в решении актуальной проблемы физики конденсированных сред – структурных превращений в кристаллических твердых телах при высоких давлениях. Нами показано, что такие структурные превращения обусловлены потерей устойчивости кристаллической решетки под давлением к однородным сдвиговым деформациям (деформационные фазовые переходы).

В рамках теории фазовых переходов Ландау и нелинейной теории упругости построена модель деформационных фазовых переходов в кубических кристаллах. На основе этой модели получены условия устойчивости кубической решетки к однородным сдвиговым деформациям, выраженные через эффективные упругие постоянные второго порядка. При нарушении какого-либо из этих условий, вызванном изменением давления, температуры, произойдет переход в спонтанно деформированное состояние, устойчивость которого обеспечивается ангармоническими членами разложения свободной энергии Гиббса в ряд по компонентам тензора конечных деформаций.

Предложенная модель использована для анализа экспериментально наблюдаемого фазового перехода в ванадии. Показано, что этот переход обусловлен потерей устойчивости ОЦК решетки к сдвиговой деформации, связанной с упругой постоянной C_{44} , и является переходом первого рода, близким ко второму. Значения упругих постоянных второго, третьего и четвертого порядка в широком интервале давлений, необходимые для проведения анализа, рассчитаны методом функционала электронной плотности.

Аналогичный анализ проведен для других тугоплавких ОЦК металлов: тантала, молибдена и ниобия. Показано, что ОЦК решетка тантала остается устойчивой к однородным деформациям до давлений 600 ГПа. В случае молибдена и ниобия обнаружено сильное смягчение эффективной упругой постоянной C' при давлениях выше 500 ГПа (Mo) и 1000 ГПа (Nb). Это указывает на то, что в Mo и Nb при соответствующих давлениях возможен деформационный фазовый переход ОЦК – тетрагональная (ромбическая) структура.

Полученные в работе результаты расширяют существующие представления об особенностях фазовых переходов под давлением, позволяют прогнозировать свойства материалов в экстремальных условиях. Эти результаты являются новыми, оригинальными и соответствуют мировому уровню развития физики конденсированного состояния. Результаты работы докладывались на международных конференциях (2009, 2010, 2011 гг.), опубликованы в ведущих физических журналах.

Работа выполняется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. ♦

ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ
СТРУКТУРА МОЖЕТ
СТАТЬ НЕУСТОЙЧИВОЙ
К ОДНОРОДНЫМ
ДЕФОРМАЦИЯМ,
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕГО
ПРОИЗОЙДЕТ ПЕРЕХОД
В СПОНТАННО
ДЕФОРМИРОВАННОЕ
СОСТОЯНИЕ,
УСТОЙЧИВОСТЬ
КОТОРОГО ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
АНГАРМОНИЗМОМ
РЕШЕТКИ



Публикации

1. O.M. Krasil'nikov, Yu.Kh. Vekilov, I.Yu. Mosyagin, E.I. Isaev, N.G. Bondarenko 2012 J. Phys.: Condens. Matter 24
2. Vekilov Yu.Kh., Krasil'nikov O.M. 2009 Phys. – Usp. 52 831.
3. N.G. Bondarenko, Yu. Kh. Vekilov, E.I. Isaev and O.M. Krasil'nikov 2010 JETP Letters 91 611.
4. Krasil'nikov O.M., Vekilov Yu.Kh, Isaev E.I. and Bondarenko N.G. 2011 JETP 112 (2) 240.
5. Красильников О.М., Векилов Ю.Х., Мосягин И.Ю. 2012 ЖЭТФ 142 вып. 1.

Исследование манганитов с КМС и мультиферроиков

Яков Муковский
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра теоретической физики
и квантовых технологий

МАНГАНИТЫ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ –
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ОБЛАДАЮЩИЕ
НЕОБЫЧНЫМИ
ФИЗИЧЕСКИМИ
СВОЙСТВАМИ.
ЭТИ МАТЕРИАЛЫ
СМОГУТ СЛУЖИТЬ
ОСНОВОЙ ДЛЯ
ПРИМЕНЕНИЯ
В КАЧЕСТВЕ
СЕНСОРОВ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ
И В СПИНТРОНИКЕ

Цели работы – поиск новых материалов электроники, перспективных для применения в сенсорах магнитного поля и в спинтронике, и исследование их физических свойств.

Исследования проводились на монокристаллических и тонкопленочных образцах манганитов редкоземельных элементов $RE_{1-x}A_xMnO_3$.

Для получения образцов использовались технологии роста монокристаллов бестигельной зонной плавкой с радиационным нагревом и роста тонких пленок методом ионноплазменного магнетронного распыления. Проводились измерения электропроводности, намагниченности, магнитной восприимчивости, теплоемкости и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) при низких температурах в высоких магнитных полях.

Изучено влияние беспорядка на магнитное состояние соединения $La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ [1]. Проведено сравнение соединений, полученных в виде керамики, объемного монокристалла и нанокристаллов (10-20 нм). Установлено, что химический беспорядок ответственен за появление малых ферромагнитных поляронов в парамагнитном состоянии.

Методом ЭПР обнаружена локализация электронов в этом соединении [2].

В соединении $La_{0.78}Ca_{0.22}MnO_3$ наблюдались анизотропия и необычная температурная зависимость магнетосопротивления. Это может быть связано с изменениями магнитной доменной структуры [3].

Было исследовано магнитное поведение соединения $La_{0.9}Sr_{0.1}MnO_3$. Установлено, что особенности поведения этого соединения обусловлены в большей степени химическим беспорядком, чем предполагаемым наличием фазы Гриффитса [4].

При изучении низкотемпературных свойств чистого и легированного кальцием мультиферроика $YbMnO_3$ обнаружено, что ионы Yb в позициях 2 (a) упорядочиваются ферромагнитным (ФМ) образом в плоскости (ab) при $T=3,5K$. В магнитном поле вдоль оси с все магнитные моменты переориентируются, и ФМ упорядочение этих ионов исчезает. В полях выше 3 Тл все ионы Yb упорядочиваются ФМ образом. На температурной зависимо-

сти теплоемкости наблюдался пик Шоттки, по его поведению в магнитном поле рассчитаны характерные энергии. Легирование Са до 0.1 размывает фазовые переходы и сдвигает их к низким температурам [5].

Были исследованы магнитные свойства системы $Eu_{0.6}La_{0.4-x}Sr_xMnO_3$ с $0.1 < x < 0.3$. Наблюдались сигналы ФМ резонанса в парамагнитной области (выше температуры Нееля), при этом ФМ включения сосуществуют с парамагнитной матрицей. Наблюдаемое поведение объясняется наличием фазы Гриффитса [6]. ♦

ВПЕРВЫЕ ПОЛУЧЕНЫ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ НОВОГО КЛАССА МАТЕРИАЛОВ. ИССЛЕДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАССМАТРИВАЮТСЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕНСОРАХ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И В СПИНТРОНИКЕ



Публикации

1. E. Rozenberg, M. Auslender, A. I. Shames, G. Ya.M. Mukovskii, et al. Chemical disorder influence on magnetic state of optimally-doped $La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$. // J.Appl.Phys., 2011, v.110, pp.073919-1-12.
2. M. Auslender, A.I. Shames, E. Rozenberg, A. Pestun and Y.M. Mukovskii, et al. Doped electron localization: EPR probing of $La_{0.3}Ca_{0.7}MnO_3$ compound. // J.Appl.Phys., 2011, v.109, pp.07D705-1-3.
3. V. Markovich, G. Jung, Y. Mukovskii, et al. Anisotropic magnetoresistance in low-doped $La_{0.78}Ca_{0.22}MnO_3$ single crystals. // J.Appl.Phys., 2011, v.109, pp.07D702-1-3.
4. E. Rozenberg, A.I. Shames, Y.M. Mukovskii, et al. Griffiths phase' versus chemical disorder in doped manganites: $La_{0.9}Sr_{0.1}MnO_3$ crystal revisited. // J.Appl.Phys., 2011, v.109, pp.07D902-1-3.
5. N. Abramov, V. Chichkov, S. E. Lofland, and Y. M. Mukovskii. Low-temperature properties of Ca-doped $YbMnO_3$ multiferroic single crystals. // J.Appl.Phys., 2011, v.109, pp.07D912-1-3.
6. R. M. Eremina, I. I. Fazlizhanov, H.-A. Krug von Nidda, A. Loidl, K. V. Glazyrin, Ya. M. Mukovskii et al. Phase separation in paramagnetic $Eu_{0.6}La_{0.4-x}Sr_xMnO_3$. // Phys. Rev. B, 2011, v.84, 064410-1-7.

Наноструктуры и функциональные свойства сплавов с памятью формы

Сергей Прокошкин
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра пластической деформации специальных сплавов

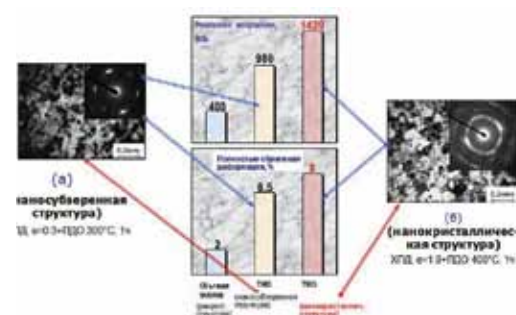
Фундаментальные исследования в области сплавов с памятью формы (СПФ) проводятся МИСиС в сотрудничестве с Высшей технологической школой (ВТШ, г. Монреаль, Канада) в рамках проектов Федеральных целевых программ, а также по государственному заданию МОН РФ.

СПФ Ti-Ni – перспективные функциональные материалы. Их функциональные свойства – эффект памяти формы и сверхупругое поведение – позволяют реализовать возможности, недостижимые при использовании традиционных материалов. Развитие современной техники требует повышения функциональных свойств – обратимой деформации, степени восстановления формы и реактивного напряжения. Для этой цели применяется термомеханическая обработка (ТМО). Обычная схема ТМО: умеренная холодная деформация (истинная деформация $\epsilon=0.2-0.3$) плюс последеформационный отжиг, создающий в этом случае полигонизованную дислокационную субструктуру, в т.ч. наносубзеренную (размер субзерен до 100 нм).

Новые возможности открывает включение в схему ТМО интенсивной пластической деформации ($\epsilon>1$). В этом случае при ПДО формируется нанокристаллическая структура (размером зерен до 100 нм). Как было впервые показано в совместных работах МИСиС и ВТШ, нанокристаллическая структура обеспечивает предельно высокие функциональные свойства (рисунок).

Ситуация изменяется при переходе к «динамическим», усталостным функциональным свойствам. Интенсивная пластическая деформация неизбежно повышает повреждаемость материала при прокатке, и это ограничивает долговечность СПФ Ti-Ni в нанокристаллическом состоянии. Показано, что при однократном «срабатывании» и ограниченном числе циклов наиболее эффективна в отношении функциональных свойств чистая нанокристаллическая структура. Но при дальнейшем росте числа циклов оптимальная степень исходной деформации при ТМО уменьшается до $\epsilon=0.75-1$, и это соответствует смеси нанокристаллической и наносубзеренной структур в примерно одинаковых количествах.

СПФ на основе Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr обладают более низкими ФС, чем СПФ Ti-Ni, но при этом не содержат токсичных компонентов и поэтому рассматриваются как перспективные материалы для медицинских имплантов, биомеханически и биохимически совместимых с костными тканями. ТМО СПФ Ti-Nb-Zr по схеме холодная прокатка ($\epsilon=0.28-2.0$)+отжиг (при 500-600 °C)



Повышение функциональных свойств СПФ Ti-50%Ni в результате формирования НСС (а) и НКС (б) при ТМО

приводит к формированию в β -фазе наносубзеренной структуры, а в случае интенсивной исходной деформации ($\epsilon=2$) – ее смеси с нанокристаллической.

Упрочнение СПФ в ходе многократной нагрузки-разгрузки приводит к быстрому совершенствованию сверхупругого поведения. Наибольшее число циклов до разрушения и наименьшая остаточная деформация при сверхупругом механоциклировании СПФ Ti-Nb-Zr достигнуты в случае формирования при ТМО наносубзеренной структуры, не содержащей большого количества включений охрупчивающей ω -фазы, при ТМО. Повышение степени исходной деформации, выделение ω -фазы, чрезмерно малый размер субзерен или их рост выше 100 нм быстро ухудшают эти характеристики.

Модуль Юнга пеноматериалов на основе сплавов Ti-Nb-Zr совпадает с модулем Юнга губчатых костных тканей. При этом предел текучести на сжатие пеноматериалов значительно выше, чем у губчатой костной ткани, что обеспечивает безопасное использование полученных пеноматериалов в имплантах.

Результаты проведенных работ [1-4] развивают научную базу управления структурой СПФ для повышения их функциональных свойств. ♦

НЕ ЛЮБАЯ НАНОСТРУКТУРА ПОВЫШАЕТ ЛЮБЫЕ СВОЙСТВА: ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ И СТАБИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЦЕЛЕСООБРАЗНО СОЗДАВАТЬ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ, А УСТАЛОСТНЫХ – НАНОСУБЗЕРЕННУЮ ИЛИ ИХ СМЕСЬ



Публикации

1. V.Brailovski, S.Prokoshkin, K.Inaekyan, V.Demers. Functional properties of nanocrystalline, submicrocrystalline and polygonized Ti-Ni alloys processed by cold rolling and post-deformation annealing //Journal of Alloys and Compounds, 2011, v. 509, No. 5, p. 2066-2075.
2. V.Brailovski, S.Prokoshkin, M.Gauthier, K.Inaekyan, S.Dubinskiy, M.Petrzhik, M.Filonov. Bulk and porous metastable beta Ti-Nb-Zr(Ta) alloys for biomedical applications //Materials Science and Engineering C, 2011, v. 31, p. 643-657.
3. S.D.Prokoshkin, A.V.Korotitskiy, V.Brailovski, K.E.Inaekyan, S.M.Dubinskiy. Crystal lattice of martensite and the reserve of recoverable strain of thermally and thermomechanically treated Ti-Ni shape memory alloys //Physics of Metals and Metallography, 2011, v. 112, No. 2, p. 170-187.
4. S.M.Dubinskiy, S.D.Prokoshkin, V.Brailovski, A.V.Korotitskiy, K.E.Inaekyan, M.R.Filonov, M.I.Petrzhik. Structure formation during thermomechanical processing of Ti-Nb-Zr(Ta) alloys and manifestation of the shape-memory effect //Physics of Metals and Metallography, 2011, v. 112, No. 5, p. 529-542.

Механохимический синтез покрытий на поверхности металлов

Сергей Калошкин
профессор, д. ф.-м. н.

НИЦ КМ

РАЗРАБАТЫВАЕМАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ
МОЖЕТ НАЙТИ
ПРИМЕНЕНИЕ
В ГОРНО-МЕТАЛЛУР-
ГИЧЕСКОЙ,
ВОЕННОЙ И
АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
ЭНЕРГЕТИКЕ И
МАШИНОСТРОЕНИИ

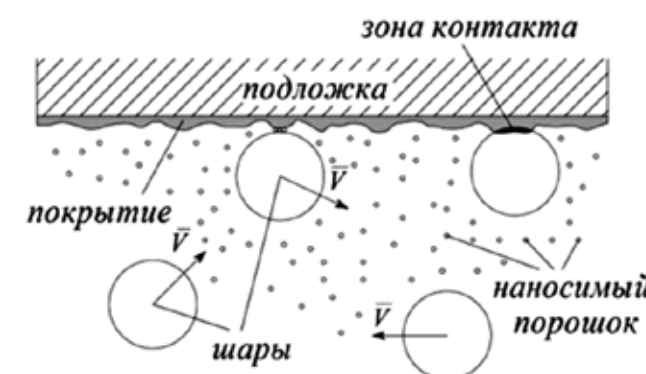
Никель-алюминидные покрытия, такие как NiAl и Ni₃Al, широко используются в кораблестроении, газотрубостроении, аэрокосмической промышленности в качестве жаростойких покрытий, защищающих детали от высокотемпературного окисления, коррозии и износа. Рабочие температуры этих интерметаллических сплавов 700–1600 °С. Нанесение тугоплавких жаростойких покрытий на поверхности таких легких металлов, как Al, позволило бы уменьшить вес и повысить рабочие характеристики деталей различных машин и конструкций. Но нанесение тугоплавких интерметаллических соединений на легкоплавкие подложки – задача, которую трудно реализовать традиционными методами нанесения покрытий. Одним из наиболее подходящих для этого методов является механоактивационный метод.

Целью работы являлось изучение процесса твердофазного синтеза тугоплавких NiAl и Ni₃Al интерметаллических фаз при нанесении их на легкоплавкие дюралюминиевые подложки, а также влияния последующего отжига на фазовые и структурные превращения в слое нанесенного покрытия.

Решались задачи: (а) подбора оптимальных режимов твердофазного механохимического синтеза интерметаллических покрытий; (б) исследования структуры полученных соединений с помощью ПЭМ, СЭМ и РФА; (в) изучения эволюции структуры покрытий, определения последовательности ее измельчения и перехода в наноструктурированное состояние в процессе механоактивационной обработки и последующего отжига; (г) проведения механических испытаний образцов покрытий исследуемых материалов.

Основные результаты проекта:

- Показана принципиальная возможность нанесения интерметаллических покрытий на металлические подложки методом механосинтеза.
- Изучены эволюция структуры и последовательность ее измельчения и перехода в наноструктурированное состояние при механоактивационном нанесении покрытий на подложки различной твердости. Показано, что фазовые превращения идут в строгом соответствии с термодинамическими движущими силами в условиях ограниченной скорости диффузии и усиленного массопереноса под действием интенсивной деформации.



Внешний вид механосинтезированного TiN покрытия на нержавеющей стали

- На примере системы Ni-Al показано, что благодаря низкой температуре механосинтеза метод позволяет наносить тугоплавкие интерметаллические покрытия на легкоплавкие подложки. Это открывает перспективы повышения прочности и жаростойкости, в частности, алюминиевых сплавов путем нанесения на них тугоплавких интерметаллических фаз.

Отличительной особенностью предложенного метода нанесения наноструктурированных интерметаллических покрытий является сочетание высокоскоростной механоактивационной обработки и последующего отжига. Механообработка дает возможность наноструктурировать и активировать компоненты реакции, что способствует началу процесса синтеза фаз, а процедура последующего отжига позволяет в оптимально короткие сроки завершить процесс образования фаз (с образованием фазы требуемого состава) и сохранить при этом наноструктурное состояние слоя покрытия. При таком режиме получения покрытия образуется равномерный переходный слой покрытие-подложка, что положительным образом сказывается на качестве сцепления нанесенного покрытия к подложке. На рисунке представлены лабораторные образцы с нанесенным слоем тугоплавкого Ni₃Al на легкоплавкую дюралюминиевую подложку. О применении подобных технологий в мировой практике почти ничего не известно. Совместно с авторами настоящего проекта работы в данном направлении ведутся в Университете Тохоку (Сендай), где для механосинтеза покрытий используется ультразвуковой привод. ♦

ПРЕДЛОЖЕННЫЙ МЕТОД
НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
МОЖЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ
В СЛУЧАЯХ, КОГДА
НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ
ДРУГИМИ МЕТОДАМИ
ЗАТРУДНИТЕЛЬНО
ИЛИ НЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ
ВОЗМОЖНЫМ. БУДЕТ РАЗ-
РАБОТАНА НОВАЯ ТЕХНО-
ЛОГИЯ ТВЕРДОФАЗНОГО
ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ПО-
КОЛЕНИЯ МНОГОФУНК-
ЦИОНАЛЬНЫХ НАНО-
СТРУКТУРИРОВАННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ



Публикации

- V. Zadorozhnyy, S.Kaloshkin, E.Kaevitser, S.Romankov «Coating of metals with intermetallics by mechanical alloying. Journal of Alloys and Compounds, 2011, V. 509S, pp. S507–S509.
- Romankov S., Hayasaka Y., Shchetinin I. V., Yoon J. M. ; Komarov S. V. Fabrication of Cu-SiC surface composite under ball collisions. Applied Surface Science. V. 257, № 11, pp. 5032-5036.

Нанокпозиционные антифрикционные покрытия

Дмитрий Штанский
профессор, д. ф.-м. н

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий, научно-учебный центр самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ БУДЕТ ДОСТИГНУТ ЗА СЧЕТ НАУЧНО-ОБОСНОВАННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И ФОРМИРОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ

Проект направлен на разработку нанокпозиционных антифрикционных покрытий, предназначенных для работы в интервале температур 25-700 °С. Данная работа выполняется в рамках научно-технического сотрудничества с Институтом Науки и Материалов в Севилье, Испания. Во многих механических системах материалы подвергаются трению и износу, что приводит к значительным энергетическим потерям и снижению эффективности работы трущихся компонентов. В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция, направленная от отказа от использования жидких смазок в трибосистемах, что обусловлено как ограничением их характеристик в широком интервале температур и агрессивных сред, так и все возрастающими требованиями к охране окружающей среды. Поэтому определенной тенденцией в области триботехнических наук является разработка самосмазывающих покрытий, способных прийти на смену жидким смазкам, обеспечив при этом лучшие экологические и технические параметры узлов пар трения в широком интервале температур.

Высокий уровень свойств покрытий будет достигнут за счет научно-обоснованного легирования функциональными элементами и формирования нанокпозиционной структуры, в которой каждая структурная составляющая играет свою функцию: твердая фаза на основе карбидов, нитридов и боридов переходных металлов обеспечивает твердость и износостойкость; оксиды придают повышенную жаро- и коррозионную стойкость, а мягкие металлы Ag, Cu или фазы Магнели (Me_nO_{2n-1} , Me_nO_{3n-1} , Me_nO_{3n-2}), которые имеют низкую величину напряжения сдвига в широком диапазоне температур, обеспечивают низкий коэффициент трения при повышенной температуре.

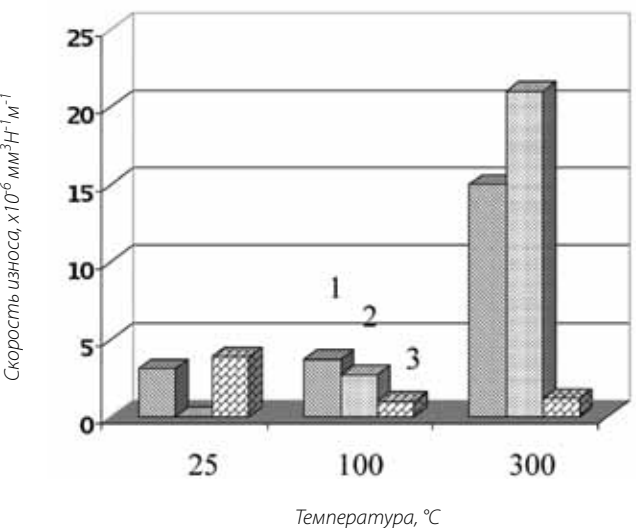
На 1-м этапе проекта выполнен аналитический обзор информационных источников. Проведены патентные исследования по ГОСТ 15.011-96. Разработаны составы покрытий, обоснованы методы получения покрытий и изучения их структуры и свойств. Проведены предварительные эксперименты по осаждению покрытий. Определены твердость, модуль упругости и упругое восстановление покрытий. Определена адгезионная прочность покрытий. Определен их элементный состав методом оптической эмиссионной спектроскопии тлеющего разряда. Определены трибологические свойства покрытий (коэффициент сухого трения и скорости изнашивания) при 25 °С.

Разработаны покрытия TiZrCON с содержанием Zr 1-10 ат.% с твердостью на уровне 40 ГПа и высокими трибологическими характеристиками, предназначенные для работы в интервале температур 25-600 °С (таблица и рисунок). ♦

Коэффициент трения покрытий

Покрытие	25 °С	500-550 °С	Автор и год
TiZrCON	0.2	0.57	
TiN	0.75	0.55	Wagner (2006)
CrN	0.45	0.6	Polcar (2007)
WNx	0.25-0.45	0.4-0.65	Polcar (2008)
TiBN	0.26	0.8-1.0	Wagner (2006)
CrCN	0.45	0.6	Polcar (2010)
TiAlVN	0.7-0.85	0.8-1.1	Kutschej (2004)

Скорость износа покрытий в паре с Al_2O_3 при различных температурах. 1 – TiCNO, 2 – TiZrCON с 4 ат.% Zr, 3 – TiZrCON с 11 ат.% Zr



Публикации

1. D.V. Shtansky, A.V. Bondarev, Ph.V. Kiryukhantsev-Korneev, A.N. Sheveiko, Yu.S. Pogozev, Influence of Zr and O on the structure and properties of TiC(N) coatings deposited by magnetron sputtering of composite TiC0.5+ZrO2 and (Ti, Zr)C0.5+ZrO2 targets, Surface and Coatings Technology 206 (2012) 2506-2514.
2. Bondarev A.V., Kiryukhantsev-Korneev F.V., Shtansky D.V., Structure, mechanical and tribological properties of hard Ti-C-N and Ti-Zr-C-O-N films produced by magnetron sputtering of SHS-targets, E-MRS 2011 Spring Meeting, Nice, France, May 9-13, 2011 (abstract 0503).

ВО МНОГИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАТЕРИАЛЫ ПОДВЕРГАЮТСЯ ТРЕНИЮ И ИЗНОСУ, ЧТО ПРИВОДИТ К ЗНАЧИТЕЛЬНЫМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОТЕРЯМ И СНИЖЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРУЩИХСЯ КОМПОНЕНТОВ



Магнитокалорический эффект в сплавах Гейслера

Владимир Ховайло
д. ф.-м. н.

Кафедра функциональных
наносистем
и высокотемпературных
материалов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА СПЛАВОВ ГЕЙСЛЕРА ПРЯМЫМИ МЕТОДАМИ И РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МКЭ В ОКРЕСТНОСТИ МАГНИТНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ПЕРВОГО РОДА

В последнее время к поиску и исследованию материалов с большим магнитокалорическим эффектом (МКЭ), подходящих для использования в энергосберегающей и экологичной технологии «магнитного» холодильника, проявляется значительный интерес. В качестве рабочего тела этого устройства рассматриваются системы с магнитными фазовыми переходами 1-го рода, например некоторые редкоземельные соединения и 3d-переходные Mn-содержащие интерметаллиды, в частности сплавы Гейслера Ni-Mn-X (X = Ga, Sn, In, Sb). Основными задачами проекта являлись проведение прямых измерений и теоретическое моделирование МКЭ в сплавах Гейслера Ni-Mn-X. Для решения поставленных задач проводились исследования фазовых диаграмм сплавов Ni-Mn-X с целью определения составов, в которых реализуются связанные магнитоструктурные фазовые переходы 1-го рода. На следующем этапе были проведены прямые измерения адиабатического изменения температуры ΔT_{ad} в выбранных составах и теоретическое изучение МКЭ методом Монте-Карло.

Выполнение проекта способствует развитию в НИТУ «МИСиС» исследований в области материалов для энергосберегающих технологий. Привлечение к работе студентов и аспирантов Университета повысит научный потенциал НИТУ «МИСиС» в области фундаментальных исследований, а установленные в ходе проведения работ тесные научные контакты с ведущими учеными из Германии, Индии и Японии способствуют интеграции Университета в мировую науку.

В результате выполнения проекта систематически исследованы (экспериментально и теоретически) фазовые переходы и магнитокалорические свойства тройных сплавов Гейслера Ni-Mn-X (X = Ga, In, Sn), в которых наблюдается магнитоструктурный фазовый переход 1-го рода. Впервые проведено систематическое изучение адиабатического изменения температуры ΔT_{ad} для сплавов, в которых наблюдается гигантское изменение магнитной энтропии. Обнаружены и объяснены особенности поведения адиабатического изменения температуры ΔT_{ad} в окрестности связанных магнитоструктурных фазовых переходов 1-го рода. Необратимый характер ΔT_{ad} , наблюдаемый при циклическом вводе-выводе магнитного поля, отнесен к термодинамическим особенностям термоупругих мартенситных превращений во внешних полях. Развита теоретическая модель, позволяющая предсказывать основные магнитные свойства и поведение магнитокалорического эффекта в сплавах со связанными магнитоструктурными переходами. Результаты теоретических исследований методом Монте-Карло находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными. Научная новизна и мировой уровень исследований подтверждаются тем фактом, что за период с 2010 г. по насто-

ящее время было опубликовано 9 статей в журналах с высоким (> 2) импакт-фактором. Актуальность работы подтверждается также высоким уровнем цитирования статей. Так, за сравнительно короткое время статьи Buchelnikov et al., Phys. Rev. B 81, 094411 (2010 г.) и Khovaylo et al., Phys. Rev. B 81, 214406 (2010) были процитированы, соответственно, 14 и 9 раз (по данным ресурса Web of Knowledge на 09.04.2012 г.).

Полученные результаты позволят оценить перспективы практического применения сплавов Гейслера Ni-Mn-X в технологии «магнитного» охлаждения. Разработанные теоретические методы могут быть использованы для тестирования магнитокалорических свойств других систем, в которых наблюдаются магнитоструктурные фазовые переходы 1-го рода. ♦

ПРОЕКТ ВЫПОЛНЯЛСЯ В ТЕСНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ С НАУЧНЫМИ ГРУППАМИ ИЗ ГЕРМАНИИ, ИНДИИ И ЯПОНИИ



Публикации

1. V.V. Khovaylo, K.P. Skokov, O. Gutfleisch, H. Miki, R. Kainuma, and T. Kanomata «Reversibility and irreversibility of magnetocaloric effect in a metamagnetic shape memory alloy under cyclic action of a magnetic field» Appl. Phys. Lett. 97, 052503 (2010).
2. S.K. Srivastava, V.K. Srivastava, A. Joshi, P. Kamasa, L.K. Varga, V.V. Khovaylo, and R. Chatterjee «A low temperature anomaly observed in off-stoichiometric Ni-Mn-Ga system studied by higher harmonic ac-susceptibility measurements» Appl. Phys. Lett. 97, 122505 (2010).
3. V.D. Buchelnikov, V.V. Sokolovskiy, H.C. Herper, H. Ebert, M.E. Gruner, S.V. Taskaev, V.V. Khovaylo, A. Hucht, A. Dannenberg, M. Ogura, H. Akai, M. Acet, and P. Entel «First-principles and Monte Carlo study of magnetostructural transition and magnetocaloric properties of $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga$ » Phys. Rev. B 81, 094411 (2010).
4. V.V. Khovaylo, K.P. Skokov, O. Gutfleisch, H. Miki, T. Takagi, T. Kanomata, V.V. Koledov, V.G. Shavrov, G. Wang, E. Palacios, J. Bartolomé, and R. Burriel «Peculiarities of the magnetocaloric properties in Ni-Mn-Sn ferromagnetic shape memory alloys» Phys. Rev. B 81, 214406 (2010).
5. V. Basso, C.P. Sasso, K.P. Skokov, O. Gutfleisch, and V.V. Khovaylo «Hysteresis and magnetocaloric effect at the magneto-structural phase transition of Ni-Mn-Ga and Ni-Mn-Co-Sn Heusler alloys» Phys. Rev. B 85, 014430 (2012).
6. T. Kanomata, M. Kataoka, S. Nunoki, K. Endo, H. Nishihara, V.V. Khovaylo, R.Y. Umetsu, T. Shishido, M. Nagasako, R. Kainuma, and K.R.A. Ziebeck «Magnetic phase diagram of the ferromagnetic shape memory alloys $Ni_2MnGa_{1-x}Co_x$ » Phys. Rev. B 85, 134421 (2012).
7. V.D. Buchelnikov, V.V. Sokolovskiy, S.V. Taskaev, V.V. Khovaylo, A.A. Aliev, L.N. Khanov, A.B. Batdalov, P. Entel, H. Miki and T. Takagi «Monte Carlo simulations of the magnetocaloric effect in magnetic Ni-Mn-X (X = Ga, In) Heusler alloys» J. Phys. D: Appl. Phys. 44, 064012 (2011).
8. S.K. Srivastava, V.K. Srivastava, L. Varga, V.V. Khovaylo, R. Kainuma, M. Nagasako and R. Chatterjee «Systematic study of structural, transport and magnetic properties of $Ni_{52+x}Mn_{26-x}Al_{22}$ ($1 \leq x \leq 5$) melt-spun ribbons» J. Appl. Phys. 109, 083915 (2011).
9. K.P. Skokov, V.V. Khovaylo, K.-H. Müller, J.D. Moore, J. Liu, and O. Gutfleisch «Magnetocaloric materials with first-order phase transition: a comprehensive study of thermal and magnetic hysteresis» J. Appl. Phys. 111, 07A910 (2012).

Квазиодномерные доменные стенки в сегнетоэлектриках

Дмитрий Киселев
старший научный сотрудник,
к. ф.-м. н

Кафедра материаловедения
полупроводников
и диэлектриков

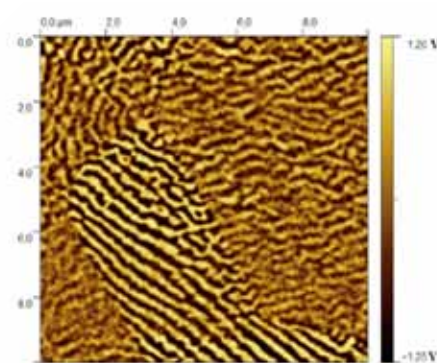


Рис. 1. Доменная структура керамики ЦТСП, полученная методом СМГ

ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРО-
ВЕДЕННЫЕ В РЕЖИМЕ
СИЛОВОЙ МИКРОСКО-
ПИИ ПЬЕЗООТКЛИКА,
ВЫЯВИЛИ КВАЗИОДНО-
МЕРНУЮ ДОМЕННУЮ
СТРУКТУРУ НА ПОВЕРХ-
НОСТИ СЕГНЕТОЭЛЕК-
ТРИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) – один из современных методов исследования морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением. Наиболее информативным методом диагностики и модификации доменной структуры сегнетоэлектрических материалов в контактном режиме является силовая микроскопия пьезоотклика (СМП), с помощью которой измеряется сигнал локального электро-механического отклика.

Исследования сегнетоэлектрических свойств керамики цирконат титанат свинца допированной лантаном (ЦТСП) методом СМП на данное время ограничиваются исключительно визуализацией доменной структуры и температурными измерениями локального пьезоотклика. В мировой литературе не приводятся результаты исследований скорости движения доменной стенки, шероховатости статических доменных границ в разупорядоченных материалах, к которым относится релаксорная сегнетоэлектрическая керамика ЦТСП.

Основными задачами настоящей работы являлись:

- определение скорости и характера бокового движения доменных границ;
- экспериментальное вычисление глубины проникновения внешнего электрического поля в процессе локальной поляризации свободной поверхности керамики ЦТСП.

Как видно из рис. 1, на поверхности исследуемой керамики ЦТСП методом СМП четко различаются отдельные зерна с полосатой доменной структурой. Размер зерен составляет от 5 до 7 мкм. Наблюдаемая разница контраста между соседними зернами связана с анизотропией пьезоэлектрических свойств, что приводит к различному пьезоэлектрическому отклику в соседних зернах с различной кристаллографической ориентацией.

В работе впервые получено индуцированное монодоменное состояние в керамике ЦТСП путем приложения импульсов постоянного напряжения между кантилевером атомно-силового микроскопа и исследуемым образцом (рис. 2). Наименьший стабильный домен, записанный приложением постоянного напряжения, имеет диаметр $D \sim 100$ нм (длительность импульса $t = 0,5$ с). Это, вероятно, минимальный размер индуцированной области, которая может быть создана в неоднородном электрическом поле иглы кантилевера.

Как показывают эксперименты, боковое движение доменной границы определяется процессом ползучести (creep process).

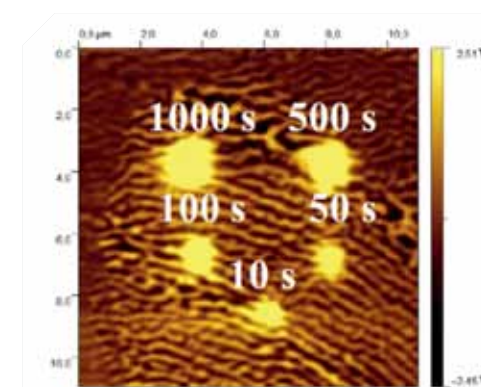


Рис. 2. Вид поляризованных областей в керамике ЦТСП состава 9.5/65/35 в зависимости от времени поляризации (время указано на рисунке) постоянным напряжением +30 В [1]

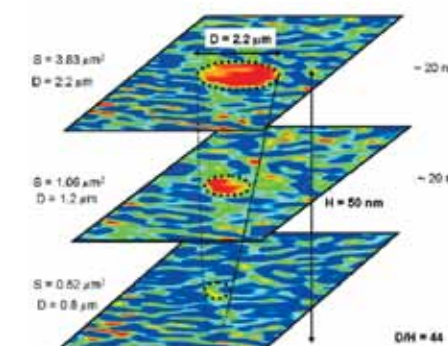


Рис. 3. 3D изображение доменной структуры керамики ЦТСП, полученное в процессе полировки поверхности. «Шаг» полировки – 20 нм [1]

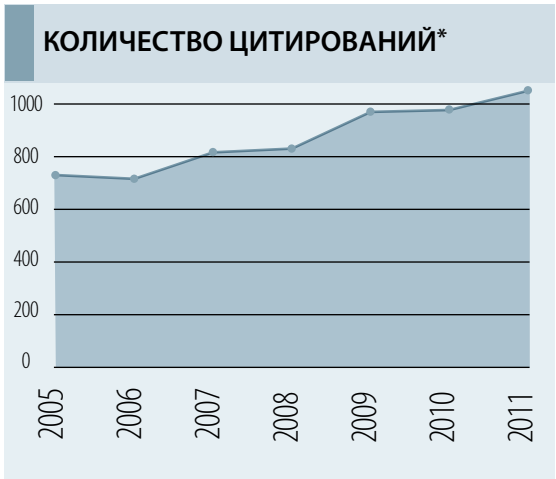
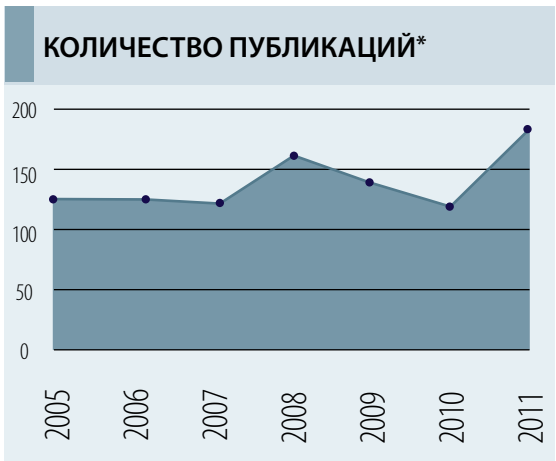
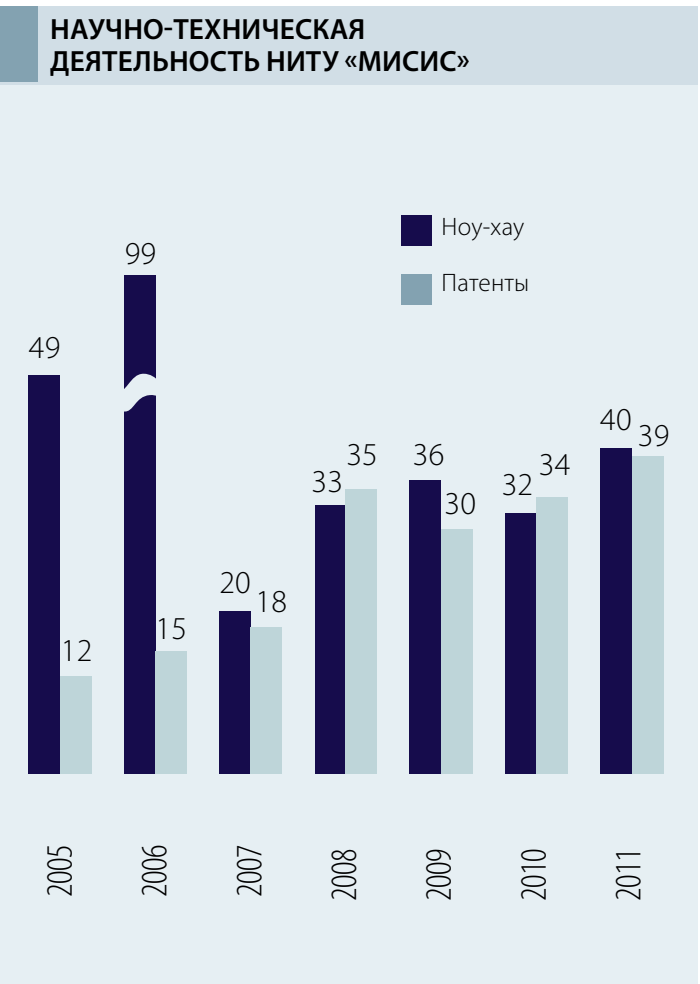
Объединив результаты, полученные для динамики движения доменной стенки с измеренными значениями шероховатости доменной границы, в работе установлено, что в сегнетоэлектрике ЦТСП движение доменных стенок носит квазиодномерный характер. Этот результат подтверждается послойной полировкой образца с последующей визуализацией доменной структуры, которая отображает образование плоских дискообразных доменов под зондом атомно-силового микроскопа в процессе поляризации материала. На рис. 3 представлено 3D изображение домена «записанного» импульсом напряжения +30В длительностью 100 с. Видно, что домен диаметром D гораздо больше на поверхности, чем на глубине H (соотношение $D/H \sim 44$). Это означает, что индуцированный домен имеет форму диска. Также эксперимент с полировкой поверхности подтверждает тот факт, что электрическое поле распространяется на глубину не более чем 100 нм от поверхности образца. Таким образом, экспериментально установлено, что индуцированная доменная стенка в сегнетоэлектрической керамике имеет одномерную структуру, которая находится в хорошем согласии с теоретическими предсказаниями для одномерных упругих границ раздела. ♦

МЕТОДОМ СМП ВИЗУА-
ЛИЗИРОВАНА ДОМЕННАЯ
СТРУКТУРА В СЕГНЕТОЭ-
ЛЕКТРИЧЕСКОЙ КЕРАМИКЕ;
ОПРЕДЕЛЕНА СКОРОСТЬ
БОКОВОГО ДВИЖЕНИЯ,
ШЕРОХОВАТОСТЬ
И РАЗМЕРНОСТЬ
ДОМЕННЫХ СТЕНОК

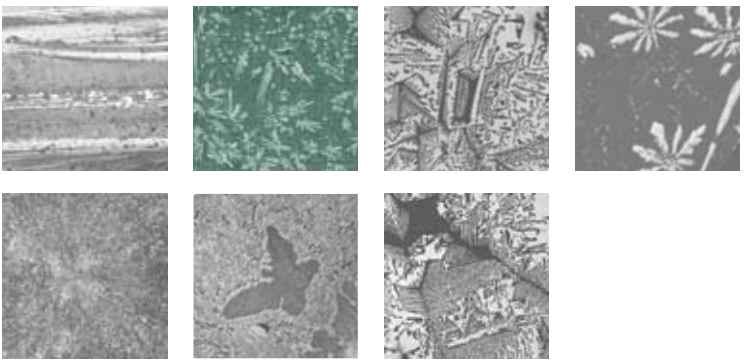
”

Публикации

N.A. Pertsev, D.A. Kiselev, I.K. Bdikin, M. Kosec, and A.L. Kholkin «Quasi-one-dimensional domain walls in ferroelectric ceramics: Evidence from domain dynamics and wall roughness measurements», Jour. Appl. Phys. 110, 052001 (2011).



*Источник: Web of Science



27 Прикладные исследования

Без инноваций нет устойчивого бизнеса. Мы нацелены на активное партнерство, адаптируя научно-исследовательские работы и программы обучения к запросам реального сектора. НИТУ «МИСиС» поставляет заказчику готовые решения и технологии, реализует комплексные проекты, выполняя функцию системного интегратора, координирующего работу других научных учреждений-участников.

Компьютерные литейные технологии для двигателестроения

Владимир Белов
профессор, д. т. н.

Кафедра технологии литейных процессов

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ НА ОАО «УМПО» ЗАМКНУТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТОЧНЫХ СЛОЖНОФАСОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ, МАГНИЕВЫХ И ТИТАНОВЫХ ОТЛИВОК, ОСНОВАННОЙ НА ПРИМЕНЕНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевая задача – создание центра компетенций в области алюминиевого и титанового литья для газотурбинного двигателестроения. Заказчик – ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», входит в состав ОАО «Управляющая компания «Объединенная двигателестроительная корпорация».

Целями проекта являются разработка и внедрение литейных технологий нового поколения для организации на базе ОАО «УМПО» высокотехнологичного производства высокоточных сложнофасонных алюминиевых, магниевых и титановых отливок для обеспечения выпуска серийных и перспективных газотурбинных двигателей, конкурентоспособных на внутреннем и внешнем рынках.

Применение разработки позволит организовать изготовление комплектующих литых деталей для серийных и перспективных газотурбинных двигателей, включая двигатель SAM-146, двигатели для самолетов MC-21, Сухой Суперджет, для вертолетов BK2500, Ми8АМТ, Ми171, Ми38 и др., конкурентоспособных по техническим и экономическим параметрам на внутреннем и внешнем рынках.

В рамках создаваемого высокотехнологичного производства будут решены следующие задачи в рамках двигателестроительной отрасли России:

- создание современной производственной базы (Центра технологической компетенции) алюминиевого, магниевых и титанового литья и научно-технического задела, необходимого для разработки и серийного выпуска прорывного продукта и выхода на инновационный цикл развития отрасли;
- формирование современных производственных отношений и научно-технических связей между отдельными предприятиями двигателестроительной отрасли в РФ для обеспечения сокращения сроков и затрат на создание и ввод в промышленную эксплуатацию новой наукоемкой продукции – газотурбинных двигателей;
- разработка системы управления технологическими процессами на основе принципов программно-проектного управления;
- снижение затрат на изготовление литых деталей и, соответственно, газотурбинных двигателей;
- создание бережливого производства.



Изготовление элемента оснастки для отливки «Корпус опоры»

В рамках работ, выполненных в 2011 году, были решены следующие ключевые задачи:

- разработана технология литья высокоточной сложнофасонной алюминиевой отливки «Корпус редуктора» для двигателя ПД-14;
- спроектирована оснастка для серийного производства высокоточных сложнофасонных алюминиевых отливок «Корпус опоры» и «Корпус редуктора» с использованием компьютерного 3D-проектирования;
- на базе НИТУ «МИСиС» и НП «Технопарк АТ» отработана технология изготовления высокоточных формообразующих элементов из легких материалов (пластик, мдф);
- изготовлена оснастка для отливки «Корпус опоры» для получения форм амин-процессом. В настоящее время завершается ее внедрение в серийное производство в цехе 1в на ОАО «УМПО»;
- изготовлена оснастка для отливки «Корпус редуктора» для получения форм ХТС-процессом. Осуществлено опробование оснастки с изготовлением опытной партии отливок в НИТУ «МИСиС» на базе УНПБ «Теплый стан»;
- проведены работы по разработке технологии изготовления высокоточных сложнофасонных титановых отливок;
- на базе компьютерного моделирования разработана конструкция литниково-питающей системы для плавки в вакуумной установке с «холодным» тиглем для титановой отливки двигателя Sam146. ♦

В 2011 г. на ОАО «УМПО» проведен комплекс работ по разработке и внедрению технологии изготовления высокоточных сложнофасонных алюминиевых отливок на примере базовой литой детали «Корпус опоры» для газотурбинного двигателя перспективного вертолета BK2500. Для этого на базе НП «Технопарк авиационных технологий» (г. Уфа) создан современный комплекс по изготовлению высокоточной модельной оснастки на базе компьютерных технологий – 3D-проектирования и изготовления формообразующих на станке с ЧПУ. Спроектиро-

ван и изготовлен 21 стержневой ящик. Все они прошли опробование в цехе 1в ОАО «УМПО», методом колб-бокс-амин изготовлены все элементы формы, включая сложные внутренние каналы. Изготовлены опытные отливки, которые проходят испытания.

На базе УНПБ «Теплый стан» НИТУ «МИСиС» разработана технология изготовления крупногабаритных тонкостенных алюминиевых отливок на примере отливки «Корпус редуктора» двигателя ПД-14. Изготовлены опытные образцы.

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА ОСНОВАНО НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ БАЗЫ КАФЕДРЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ, ВКЛЮЧАЯ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В УНПБ «ТЕПЛЫЙ СТАН»

”

Разработка элементов и приборов наноградиентной оптики

Михаил Малинкович
доцент, к. ф.-м. н.

Кафедра материаловедения
полупроводников
и диэлектриков

Элементы наноградиентной оптики предназначены для использования в устройствах и приборах фотоники для генерирования, преобразования и управления электромагнитным излучением оптического диапазона частот (от сотен до тысяч терагерц). В настоящее время фотоника проходит этап очень интенсивного развития и расширения сфер применения, среди которых – солнечная энергетика, лазерная техника, оптоэлектроника, энергосбережение и другие. Эти отрасли относятся к числу приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ. Проект реализуется совместно с ФГУП «Научно-исследовательский институт «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха».

Задачи НИОКР:

- разработка методов и технологии получения элементов нанооптики;
- разработка оптических устройств на основе градиентных субволновых структур;
- разработка технологических установок для производства элементов нанооптики.

Проводимые авторами проекта разработки являются пионерскими, в России коллектив, состоящий из сотрудников НИТУ «МИСиС» и НИИ «Полюс», – единственный работающий в данном направлении. За рубежом исследования ведутся в крупнейших технологических фирмах, в том числе Sun coating Inc. (США), INFICON (Германия), HAUSER TECHNO COATING (Нидерланды) и др. Имеющаяся информация о состоянии разработок за рубежом позволяет сделать вывод о том, что производство наноградиентной оптики будет запущено в 2013 – 2015 гг. Следовательно, предлагаемый проект в части разработки технологии производства является опережающим.

Полученные результаты:

- проведены фазовые, структурные, элементные исследования композитных и градиентных пленок состава $Ta_2O_5 + SiO_2$, $TiO_2 + SiO_2$, $Nb_2O_5 + SiO_2$ и др.;
- показано, что разработанная технология получения градиентных структур позволяет синтезировать тонкопленочные материалы с предсказуемым изменением физических параметров (плотность, показатель преломления) по толщине;
- проведены материаловедческие исследования и испытания наноградиентных покрытий, устойчивых



Образцы с наноградиентными покрытиями
 $Ta_2O_5 - SiO_2$ на кварцевой подложке

к термоклиматическим воздействиям. Показано, что наибольшей устойчивостью к термоклиматическим воздействиям обладают покрытия на основе окиси циркония (тонкие пленки из ZrO_2 / Gd_2O_3 и $ZrO_2 / Y_2O_3 + Gd_2O_3$), полученные методом реакционного магнетронного средне-частотного распыления с различной концентрацией добавок;

- разработаны теоретические и технологические основы CRDS-спектрометра на основе наноградиентной оптики, предназначенного для многокомпонентного экспресс-анализа в режиме реального времени малых концентраций различных газов, в том числе климатически и экологически активных атмосферных газов, газообразных смесей, выдыхаемых человеком, для диагностики заболеваний, выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания автомобилей и т.д. ♦



Ростовая установка для получения наноградиентных и электрооптических покрытий

На основе градиентных многослойных покрытий начались разработки новых оптических элементов – наноградиентных оптических адаптивных «трансформеров». Их оптические характеристики могут существенно изменяться во время работы за счет изменения оптической длины света под действием внешнего электрического поля. Осуществить это возможно за счет создания в многослойных структурах слоев из электрооптических материалов, в частности из ниобата лития. В результате

отражение, например, в некотором диапазоне длин волн сменится его пропусканием и т.д. Это позволит значительно упростить оптические схемы приборов, в ряде случаев убрать их многоканальность, уменьшить массо-габаритные характеристики. Такие структуры имеют большие перспективы применения в авионике и космике, в высокочастотных прецизионных перестраиваемых резонаторах, для создания перестраиваемых («лето-зима») покрытий «умные окна» и др.

ФОТОНИКА
ПРОХОДИТ
ЭТАП ОЧЕНЬ
ИНТЕНСИВНОГО
РАЗВИТИЯ
И РАСШИРЕНИЯ СФЕР
ПРИМЕНЕНИЯ



Сквозная энергосберегающая технология термообработки изделий атомной энергетики

Владимир Курносов
доцент, к. ф.-м. н.

Кафедра теплофизики и экологии
металлургического производства

ОСНОВНЫЕ
ЦЕЛИ ПРОЕКТА —
СНИЖЕНИЕ РАСХОДА
ПРИРОДНОГО ГАЗА
НА НАГРЕВ ЗАГО-
ТОВОК И ТЕРМООБ-
РАБОТКУ ГОТОВЫХ
ИЗДЕЛИЙ, СОЗДАНИЕ
ТЕХНОЛОГИИ МАЛО-
ОКИСЛИТЕЛЬНОГО
И ВЫСОКОТОЧНОГО
НАГРЕВА

Работа проводится совместно с машиностроительным заводом «ЗиО-Подольск» в соответствии с грантом по постановлению № 218 Правительства РФ от 10 апреля 2010 г. Завод «ЗиО-Подольск» является крупнейшим производителем продукции энергетического машиностроения с развитым парком печного оборудования. В этих условиях весьма актуальным для завода и отрасли в целом является снижение энергоемкости производства изделий ответственного назначения атомной энергетики с одновременным повышением качества их тепловой обработки.

Основными целями работы являются: снижение расхода природного газа на нагрев заготовок и термообработку готовых изделий, создание технологии малоокислительного и высокоточного нагрева, уменьшение выбросов вредных веществ в окружающую среду, разработка систем контроля и автоматизированного управления тепловой работой печей с применением современных информационных технологий сбора, обработки, хранения, передачи и использования информации.

На основе математического моделирования основных процессов в рабочем пространстве печей и численных методов решения задач тепломассообмена с использованием современных программных комплексов были определены и рассчитаны основные показатели тепловой работы нагревательных и термических печей.

Исследованы и определены рациональная схема движения газовых потоков и динамика нагрева заготовок с учетом всех особенностей процесса сложного радиационно-конвективного теплообмена в рабочем пространстве печей. Разработана и внедрена оригинальная схема двухстадийного сжигания топлива с газодинамическим разделением ступеней сжигания, позволяющая реализовать малоокислительный нагрев и снизить энергозатраты на нагрев.

Разработанная схема позволяет обеспечить устойчивое горение топлива, полноту его сжигания внутри рабочего пространства, защиту металла от интенсивного окисления, высокий уровень температуры дожигания полупродуктов горения топлива и рационально использовать оптические и радиационные характеристики теплоограждения печей.

Разработаны и внедрены системы автоматизированного контроля и управления работой печей в целом и топливосжи-



гательных устройств, использующих принцип внутренней рекуперации теплоты дымовых газов. Указанные системы позволяют в широких пределах изменять и поддерживать тепловые и температурные режимы печей и обеспечивать равномерность температурных печей с точностью $\pm 50^\circ\text{C}$, что особенно важно для термических печей.

Установка на печах топливосжигательных устройств с внутренней рекуперацией физической теплоты дымовых газов позволяет повысить температуру воздуха на горение топлива и сократить расход топлива.

По результатам работы опубликовано восемь статей и докладов, в том числе и на международных научно-практических конференциях, оформлены три ноу-хау, сделаны сообщения на Днях науки студентами и аспирантами кафедры. ♦

ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ ВВЕДЕН-
НЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
ПЕЧЕЙ ПОКАЗАЛО, ЧТО
РАСХОД ТОПЛИВА НА НА-
ГРЕВ МЕТАЛЛА СОКРАЩЕН
НА 67%, ОКИСЛЕНИЕ
ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛ-
ЛА СНИЖЕНО НА 40%,
А НЕРАВНОМЕРНОСТЬ
ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
НЕ ПРЕВЫШАЕТ $\pm 5^\circ\text{C}$

”

Проведено энергоэкологическое обследование действующих печей кузнечного и сварочно-сборочных цехов с выявлением лимитирующих процессов технологического передела. К настоящему времени (проект заканчивается в конце 2012 года) спроектированы, построены и запущены в производство две новые печи на площадях завода «ЗиО-Подольск». При строительстве печей

были использованы разработанные технологии нагрева и схемы контроля и автоматического управления работой печей, новые энергоэффективные материалы теплового ограждения и современные системы отопления печей. Одна из печей (с выкатным подом) снабжена оригинальной системой транспортировки заготовки от печи до пресса, разработанной в рамках проекта.

Анализ перспектив развития и применения новых материалов

Сергей Салихов

Начальник управления науки

РАЗРАБОТКУ И ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛЕДУЕТ РАССМАТРИВАТЬ КАК КОМПЛЕКСНУЮ ЗАДАЧУ ПО СОЗДАНИЮ НОВОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ



Современные мировые тенденции в большинстве отраслей, производящих конструкционные и функциональные материалы, а также в сопряженных научных и инженеринговых компаниях ориентированы на разработку, внедрение и адаптацию новых материалов и компонентов из них. Данные тенденции обусловлены рядом факторов, таких как: инновационная основа устойчивого развития, наличие избыточных производственных мощностей в ряде отраслей промышленности (например, в металлургии), наличие конкурирующих материаловедческих и конструкционных решений для большинства промежуточных и конечных изделий в машиностроении и строительстве, общее повышение требований к экономической эффективности, функциональности и экологичности всех элементов производственных цепочек, а также их конечной продукции на всем жизненном цикле.

В работе по анализу перспектив развития и применения новых материалов и определению перспективных направлений их разработки организациями и предприятиями Госкорпорации «Росатом» представлены общие рекомендации, ориентированные на достижение успеха по приоритетным направлениям развития госкорпорации.

Систематический общий метод поиска применений для новых материалов был разработан и продемонстрирован на ряде новых материалов (объемно-аморфные сплавы, металлические пены, наноструктурированные магниевые и медные сплавы). В рамках данного метода в качестве новых могут рассматриваться как реальные недавно полученные материалы, находящиеся на стадии фундаментального исследования свойств, так и разрабатываемые, свойства которых оцениваются в теоретических моделях, а также хорошо известные материалы, для которых ведется поиск новых применений в целях расширения рынка.

В практическом отношении основой для применения инновационного подхода является наличие монополии на определенный материал и технологию или наличие уникального комплекса оборудования. При этом инновационный подход наиболее успешно может быть реализован в рамках вертикально интегрированных структур – Концернов или Центров технологической компетенции.

На базе организаций и предприятий Госкорпорации «Росатом» могут быть реализованы интегрированные структуры обоих видов для выпуска высокотехнологичной продукции – ряда пер-

спективных технических систем, остро необходимых для решения сложных задач по ключевым направлениям развития техники. Преимущество построения интегрированных структур основывается на том обстоятельстве, что центр формирования прибыли принадлежит предприятиям, создающим не полупродукт (материал), а конечный продукт или услугу и ориентированным на конечный спрос потребителя. Вертикально интегрированные структуры должны объединять предприятия, составляющие все элементы технологической цепочки.

Были предложены аналитические методы оценки рыночных перспектив новых материалов и стратегии вывода новых материалов на рынок и классификация материалов по скорости роста их потребления в мировой экономике.

Показано, что общая тенденция – инновационный подход по выводу на рынок новых, высокотехнологичных материалов – состоит в создании новых конечных продуктов с высокой добавленной стоимостью, представляющих собой новые технические решения, в том числе на основе новых физических принципов. Такие новые технические решения являются ответами на основные вызовы современной эпохи и направлены на устранение основных угроз жизни и здоровью людей или на удовлетворение базовых физиологических и социальных потребностей. ♦

НОВАЯ ТЕХНИКА, УСТРАНЯЮЩАЯ ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЮ ЛЮДЕЙ ИЛИ ПОВЫШАЮЩАЯ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА, ФОРМИРУЕТ НОВЫЕ РЫНКИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ И ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЛИДИРУЮЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ НА НИХ РАЗРАБОТЧИКАМ И ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ



Доминирующее положение металлов в период 1850-1950-х годов связано не только с более высокой функциональностью металлов для широкого круга применений в сравнении с конкурирующими природными и керамическими материалами. Уникальное сочетание технологических свойств металлов позволило обеспечить массовый выпуск сложных и точных изделий, создать базу современной промышленной цивилизации и сформировать целые классы технических решений, ориентированных именно на металлические материалы.

Наблюдаемые и прогнозируемые относительные величины значимости основных классов материалов отражают не столько соотношение функциональности материалов, сколько значимость и распространенность определенных классов технических решений (конечных

продуктов) и технологий для этих материалов и конечных продуктов.

Комплексная разработка в рамках инновационного подхода может быть инициирована как разработчиками новой техники, нуждающимися в новых материалах, удовлетворяющих недостижимым ранее требованиям, так и разработчиками новых материалов, исключительные свойства которых позволяют перейти к конструированию техники на основе новых физических принципов.

Исключительные свойства материалов могут также открывать новые технологические возможности для производства и обработки продуктов, что, в свою очередь, инициирует создание качественно новой техники без изменения физических принципов.

Радиационностойкие жаропрочные материалы на основе ванадия

Сергей Никулин
профессор, д. т. н.

Кафедра металловедения
и физики прочности

РАЗРАБОТАНЫ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ ВАНАДИЯ, ЗАЩИЩЕННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛЬЮ ДЛЯ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ БЫСТРЫХ РЕАКТОРОВ, РАБОТАЮЩИХ В РЕЖИМЕ ЗЯТЦ, НЕ ИМЕЮЩИХ АНАЛОГОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Основной целью работы является создание нового класса радиационно-стойких конструкционных материалов для оболочек твэлов реакторов на быстрых нейтронах нового поколения, способных обеспечить их надежную эксплуатацию в режиме замкнутого топливного цикла (ЗЯТЦ). Задача замыкания ядерного топливного цикла является одной из основных в Программе развития атомной энергетики России на ближайшие десятилетия.

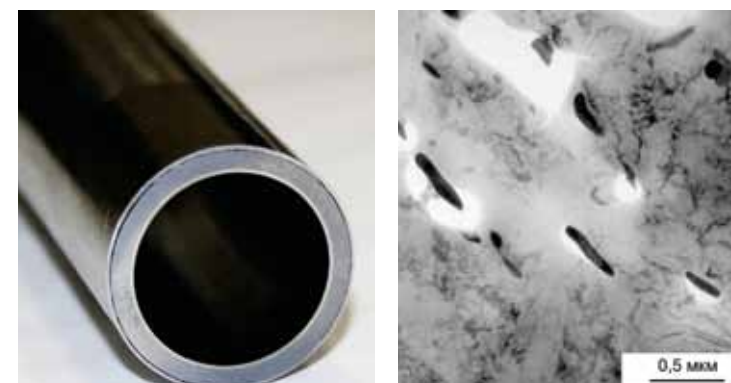
Твэлы с оболочками из таких материалов должны работать при температуре эксплуатации до 750 °С и уровне повреждения до 180 – 200 сна в контакте с жидкометаллическим теплоносителем, что позволит увеличить глубину выгорания топлива с 10 до >17 % т.а. В настоящее время в России и за рубежом таких материалов нет.

В НИТУ «МИСиС» совместно с учеными ведущих научных центров Росатома в течение ряда лет ведутся работы по созданию материала на основе радиационно-стойкого и жаропрочного сплава системы V-Ti-Cr, защищенного ферритной нержавеющей сталью, и технологии изготовления трехслойных тонкостенных труб. Одновременно решается задача повышения жаропрочности компонентов нового материала методом внутреннего азотирования, что обеспечит, в частности, повышение в 1,5-2 раза прочности ферритной стали. Заказчик работы: Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». Соисполнителем работы является ОАО «ЧМЗ».

Поставленные задачи были решены путем проведения комплексной НИОКР, включающей теоретическую проработку концептуальных вопросов создания новых материалов и технологий получения изделий из них, разработку совместно с ОАО «ЧМЗ» опытной технологии изготовления тонкостенных труб из новых материалов, проведения комплексных исследований их характеристик.

Ожидания Заказчика в связи с выполнением настоящего проекта были связаны с необходимостью подтверждения принципиальной возможности получения трехслойного материала на основе сплава ванадия и материала на основе стали, упрочненной методом внутреннего азотирования, и демонстрации комплекса механических и технологических свойства материалов.

При исследовании комплекса свойств полученных труб использованы современные методы исследования химического состава,



Образец трехслойной трубы и структура стенки трубы в продольном сечении

микроструктуры и механических свойств, в том числе при высоких температурах.

При выполнении работы получены следующие основные результаты:

- создан новый конструкционный материал на основе сплава V-Ti-Cr, защищенного коррозионно-стойкой сталью типа X17;
- разработаны опытная технология изготовления трехслойных тонкостенных труб (диаметром 8 мм с толщиной стенки 0,6 мм) и способ дисперсионного упрочнения материалов их составляющих, изготовлены опытные образцы труб;
- разработаны методики и получены результаты контроля качества соединения ванадиевого сплава и ферритной стали;
- разработана опытная технология дисперсионного упрочнения сталей типа X17 (X26) для особотонкостенных труб методом внутреннего азотирования;
- разработана опытная установка для азотирования образцов из конструкционных сталей и предложен прототип опытно-промышленной установки;
- исследованы структура и механические свойства материалов.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологий получения многослойных труб из различных металлов, материалы могут быть использованы для узлов и изделий, работающих в экстремальных условиях. ♦

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТА БЫЛИ ПОЛУЧЕНЫ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫЕ ДАННЫЕ О СПОСОБАХ СОЗДАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАЦИОННОЙ И КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ И ЖАРОПРОЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

”

Разработана опытная технология изготовления тонкостенных трехслойных труб из ванадиевых сплавов с покрытием из ферритной стали. Изготовлены опытные образцы оболочечных труб из нового материала для дальнейших комплексных исследований структуры и механических свойств и проведения радиационных и коррозионных испытаний по разработанным программам. Разработаны и опробованы методики

контроля качества труб. Разработана опытная технология и установка для азотирования образцов тонкостенных труб из сталей типа X17, позволяющая проводить сквозное «внутреннее» азотирование образцов с толщиной стенки до 1 мм. Показано повышение прочностных свойств материала после азотирования и термической обработки в 1,8–2 раза по сравнению с исходным состоянием.

Проблема сохранения наноструктуры твердых растворов $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$

Владимир Бублик
профессор, д. ф-м. н.

Кафедра материаловедения
полупроводников
и диэлектриков

Задача работы в целом по проекту – создание на основе нанотехнологий термоэлектрического материала р-типа проводимости с повышенной эффективностью и удовлетворительными механическими свойствами на основе твердых растворов халькогенидов висмута и сурьмы. Заказчик – ОАО «Гиредмет», Росатом. Задача решалась путем нахождения оптимального состава твердых растворов, обладающих удовлетворительной величиной термо-ЭДС и проводимости и пониженной теплопроводностью. Последние два свойства являются структурно чувствительными.

Решение фундаментальной задачи повышения добротности наиболее распространенного класса термоэлектрических материалов на основе теллурида висмута, по мнению большинства исследователей в России и за рубежом, связано с уменьшением теплопроводности решетки. Для этого используют нанопорошки, из которых путем прессования получают объемные материалы. Использование такой сравнительно простой технологии применимо, в принципе, для массового производства высокоэффективных термоэлектрических материалов. Но основной проблемой является сохранение наносостояния при компактировании.

Создание материала с повышенной эффективностью предполагает разработку технологии получения оптимальной структуры, устойчивой при эксплуатации. Поэтому целью первого этапа работы была отработка комплекса структурных методов диагностики материала. Сюда входили анализ гранулометрического состава порошков на основе рассеяния света лазера и методом просвечивающей электронной микроскопии, анализ фазового состава и однородности материала, анализ текстуры, тонкой структуры и пористости спеченных образцов.

В результате выполнения работ за 2011 год исследована структура порошков ТЭМ после разного времени помола. Определено экономически оптимальное время помола, наилучшее с точки зрения структурных характеристик частиц порошка и их агломератов. Проведен анализ структуры образцов, полученных из смесей с разным гранулометрическим составом.

Впервые надежно установлены немонотонные зависимости размеров ОКР от температуры в области от 350 до 450 °С для разных составов твердых растворов. Показано, что с ростом температуры до 400 °С размеры ОКР растут, и тем сильнее, чем

больше содержание Sb_2Te_3 мол.% в тройном твердом растворе. При температурах выше 400 °С наблюдается уменьшение размеров ОКР, при этом минимальные размеры ОКР в области температуры 450 °С соответствуют составу 75 мол.% Sb_2Te_3 .

Результаты работы использовались непосредственно при отработке технологии получения термоэлектрического материала в ОАО «Гиредмет». По ходу выполнения работы полученные результаты передавались заказчику и использовались при совершенствовании технологии и планировании последующих этапов работы. ♦

СОЗДАНА ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. В ДАЛЬНЕЙШЕМ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ НАЙТИ ИЛИ СОЗДАТЬ МАТЕРИАЛЫ С ВЫСОКОЙ ВЕЛИЧИНОЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ШИРОКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

”

В ходе выполнения проекта было обнаружено немонотонное изменение областей когерентного рассеяния в зависимости от температуры спекания. Результаты исследования методом просвечивающей электронной микроскопии позволили предположить следующую схему структурных изменений. При температуре 250 °С происходит собирательная рекристаллизация в условиях недостаточной подвижности дефектов. В результате зерна, выросшие из исходного порошка (~10 нм) имеют достаточно высокую плотность дислокаций в объеме зерна. При 300 °С дислокации внутри зерна еще видны. Видна фрагментация зерен размером того же порядка, что и размеры ОКР из рентгеновских

данных. При температуре спекания 400 °С. Зерна существенно выросли, имеются в структуре зерен двойники, достаточно крупные. По мере повышения подвижности дефектов происходит новое изменение структуры – повторная рекристаллизация (при 450 град.). В структуре зарождение новых зерен происходит быстрее, чем рост старых. При этом общая плотность дефектов, включая и двойники, падает. Зарождение новых центров повторной рекристаллизации происходит как на границах зерен, на дислокационных дефектах, так и в объеме зерен, вероятно на субзернах. Обнаруженная закономерность позволяет решить задачу сохранения наносостояния при повышенных температурах спекания.

Опытная установка для переработки руд месторождения Озерное

Дмитрий Шехирев
доцент, к. т. н.

Кафедра обогащения руд цветных и редких металлов

ИДЕЯ ПРОЕКТА — СОЗДАНИЕ ГИБКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, КОТОРАЯ МОЖЕТ БЫТЬ НАСТРОЕНА НА ЛЮБОЕ СООТНОШЕНИЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ПРИСУТСТВУЮЩИХ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЯ ГАРАНТИРОВАННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОНДИЦИОННОГО ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Заказчик работы – ОАО «Озерный горно-обогатительный комбинат», входящий в структуру Корпорации «Металлы Восточной Сибири». Корпорация «Металлы Восточной Сибири» является горнорудной компанией в структуре ГК «МЕТРОПОЛЬ» – одной из крупнейших инвестиционных промышленных групп России. Корпорация специализируется на проектах green-field, то есть реализует их с «нулевой» стадии.

Компания владеет правами на разработку месторождений: Озерное (цинк, свинец), Назаровское (золото, цинк), Ермаковское (бериллий, флюорит), Талинское (бурый уголь), Бакчарское (железная руда) и Холоднинское (цинк, свинец). Активы компании аккумулируют 47% цинка, 24% свинца и 80% бериллия от общих балансовых запасов России, что составляет более 18 миллионов тонн цинка, свыше 3 миллионов тонн свинца и 5,7 тысячи тонн бериллия.

Основным горно-рудным проектом компании является Озерный горно-обогатительный комбинат в Республике Бурятия.

Руды Озерного месторождения являются труднообогатимыми. Основными причинами трудной обогатимости являются тонкая вкрапленность полезных минералов свинца и цинка (галенита и сфалерита) и их тесное взаимопрорастание как между собой, так и с пиритом, а также наличие флотоактивных разновидностей пирита (особенно мельниковита) и сфалерита. Кроме того, наблюдается изменчивость технологических свойств руды от участка к участку месторождения.

Исследования на обогатимость руд Озерного месторождения проводятся с 1964 года. В большинстве случаев не удавалось при достаточном уровне извлечения получить кондиционные свинцовые концентраты, во многих случаях – и цинковые. Традиционные реагентные режимы предусматривают применение цианида, относящегося к сильнодействующим ядовитым веществам.

Для реализации проекта строительства Озерного ГОКа прежде всего требуется обеспечить получение кондиционного цинкового концентрата, пригодного для экспорта. Кроме того, необходимо выполнение требований лицензии на эксплуатацию месторождения по уровню извлечения свинца и цинка.

НИТУ «МИСиС» была предложена схема, предусматривающая гибкую флотационную технологию, учитывающую возможные

колебания соотношений минеральных фаз, обладающих разной флотуируемостью. В технологии не используется цианид.

В зависимости от технологических свойств руды технологией предусматривается получение свинцово-цинкового продукта с содержанием свинца от 3 до 6% и цинка от 7 до 18%, который направляется на гидрометаллургическую переработку.

Благодаря возможности регулирования состава свинцово-цинкового продукта технологией гарантировано извлечение значительной части цинка в кондиционный цинковый концентрат. В него извлекается 50-55% цинка при содержании цинка не менее 53%.

Снижение технологических рисков, связанных с переработкой руд Озерного месторождения, обеспечивается строительством опытной установки и проведением на ней технологических испытаний в непрерывном режиме. При этом весьма важным будет проведение испытаний на индивидуальных пробах руды, взятых с различных участков месторождения.

В настоящее время НИТУ «МИСиС» принимает участие в проектировании флотационной установки производительностью 250 кг/ч, выполняя работы, необходимые для разработки технологической части проекта. По окончании строительства сотрудники, магистранты и аспиранты МИСиС будут привлечены к запуску установки и проведению технологических испытаний. ♦

В РОССИИ ПЕРЕСТАЛИ ПРОИЗВОДИТЬ ФЛОТОМАШИНЫ МАЛОГО ОБЪЕМА ДЛЯ ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ. ПОЭТОМУ В МИСиС БЫЛИ РАЗРАБОТАНЫ КОНСТРУКЦИИ ФЛОТОМАШИН ОБЪЕМОМ 3, 6, 12, 25 И 100 ДМ³

”

Несмотря на трудную обогатимость руды, при выполнении работ удалось, с одной стороны, обеспечить гарантированное получение кондиционного цинкового концентрата с извлечением в него половины цинка, содержащегося в руде, и, с другой стороны, путем получения комплексного свинцово-цинкового продукта, направляемого на гидрометаллургию, обеспечить требуемое лицензией суммарное извлечение металлов из руды. Разработанная в лаборатории технология

не может быть основой технологического регламента столь серьезного объекта, каким является обогатительная фабрика Озерного ГОКа. Поэтому важнейшим этапом, который должен показать реальные возможности технологии, являются укрупненные испытания в непрерывном режиме. О главных достижениях говорить пока рано, наша задача – помочь заказчику подготовить материальную базу для испытаний и провести испытания на различных пробах руды.

Новые технологии для пересчета запасов железных руд

Татьяна Башлыкова

Центр ресурсосберегающих технологий и переработки минерального сырья

СЛАЖЕННАЯ И ЭФФЕКТИВНАЯ РАБОТА КОЛЛЕКТИВА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ГЕОЛОГИИ, МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ, ГОРНОГО ДЕЛА, ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МЕТАЛЛУРГИИ, ЭКОЛОГИИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЭКОНОМИКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Месторождения Таежное и Десовское составляют основу запасов железных руд Центрально-Алданского района Южной Якутии. Ранее месторождения были признаны нерентабельными для отработки.

Заказчик – институт «Якутнипроалмаз» поручил НИТУ «МИСиС» переоценить запасы этих объектов на основе новых технологий добычи и переработки руд.

Задачи работы:

- оценка целесообразности и экономической эффективности строительства горно-перерабатывающего предприятия;
- расчет и утверждение параметров постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов железных руд для открытой разработки;
- подсчет запасов руды, железа и попутных компонентов (S, Co, Cu, В₂O₃).

Разработаны 4 варианта геологического, гидрогеологического, горнотехнического, технологического, экологического и экономического обоснования параметров разведочных кондиций с подсчетом запасов руд по наилучшему варианту. В технологической части технико-экономического обоснования использованы результаты изучения в МИСиС девяти технологических проб (2010 г.).

Для освоения запасов (2,2 млрд. т) выполнено проектирование двух карьеров для открытой добычи руд, двух дробильно-обогажительных фабрик на борту карьеров, обогажительной фабрики и металлургического завода в пос. Чульман для переработки концентратов магнитной сепарации по бездоменной и бескоксовой технологии с получением металлопродукции.

Сквозное извлечение железа – выше 85%; срок окупаемости ГОКа – 11 лет, металлургического завода – 3–4 года; годовая прибыль – 17 млрд. руб.; количество создаваемых рабочих мест – 6600.

Экономика освоения двух железорудных месторождений Южной Якутии улучшена за счет следующих инновационных решений:

- применение компьютерных технологий и трехмерного моделирования при подсчете запасов;

- использование способа формирования конечных контуров карьеров по коэффициенту, определенному по цифровым каркасным моделям с помощью специализированного горно-геологического пакета программ типа «Джемс»;
- применение простейшего взрывчатого состава собственного производства (игданита) на основе невзрывчатых компонентов;
- использование стадийных схем рудоподготовительного и сепарационного циклов первичной переработки руд;
- использование бездоменного и бескоксвого процесса для металлургического передела с получением чугуна, сталепроката, попутных энергоресурсов и продукции строительного назначения;
- внедрение системы информационного обеспечения в режиме реального времени с оптимизацией работы горного цеха и обогажительной фабрики;
- использование системы гравитационного контроля на сливе хвостов ММС в хвостохранилище для доизвлечения попутных компонентов.

Положенный в основу проектирования и экономических расчетов рациональный комплекс технологических решений может быть реализован для других скарных железорудных месторождений России, стран СНГ и мира.

Постановка запасов на государственный баланс позволит создать новый Южно-Якутский территориально-промышленный комплекс, включающий Таежный ГОК производительностью 45 млн. т руды в год, металлургический завод производительностью 1,0 млн. т металлопроката в год и масштабированием до 6-8 млн. т с соответствующим развитием инфраструктуры региона. ♦

Этой работой НИТУ «МИСиС» открывает новое направление проектно-инжиниринговых услуг в сфере рационального недропользования. Недропользование имеет две стадии развития: стадию изучения и стадию освоения минерально-сырьевого объекта. Стадия изучения после циклов исследования и испытания техно-

логических проб, разработки технологического регламента завершается технико-экономическим обоснованием разведочных кондиций и подсчетом запасов руд месторождения, которые после утверждения в государственной комиссии по запасам подлежат учету Государственным балансом РФ.

НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ В НИТУ «МИСиС» РАБОТАЮТ 10 ЭКСПЕРТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМИССИИ ПО ЗАПАСАМ, ИХ ПОДГОТОВКОЙ ЗАНИМАЕТСЯ ЦЕНТР РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

”

Разработка концепции трубопрокатного агрегата

Борис Романцев
профессор в, д. т. н.

Кафедра технологии
и оборудования трубного
производства

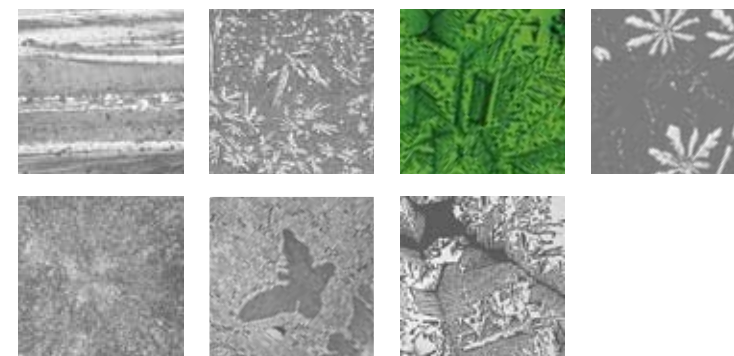
НОВАЯ ТЕХНОЛО-
ГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
БЕСШОВНЫХ
ТРУБ НА СТАНАХ
ВИНТОВОЙ И ПРО-
ДОЛЬНОЙ ПРО-
КАТКИ, В ОСНОВУ
КОТОРОЙ ЗАЛОЖЕ-
НО ОПТИМАЛЬНОЕ
СООТНОШЕНИЕ
МЕЖДУ СТЕПЕНЬЮ
ДЕФОРМАЦИИ
ПРИ ВИНТОВОЙ
И ПРОДОЛЬНОЙ
ПРОКАТКЕ

В настоящее время в связи с интенсивным развитием нефте- и газодобывающей промышленности, а также атомной энергетики существенно возросла потребность в бесшовных трубах повышенной точности с высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими надежность работы в суровых климатических условиях и под воздействием агрессивных сред. Существующие трубопрокатные агрегаты построены в середине прошлого века и по своим техническим возможностям не могут обеспечить выпуск продукции необходимого качества.

В связи с этим актуальна задача реконструкции действующих и строительства новых, современных трубопрокатных агрегатов с высоким уровнем автоматизации и использованием инновационных высокоэффективных энергосберегающих технологий. Создание нового высокоэффективного технологического процесса производства высокоточных горячекатаных труб в соответствии с требованиями международных стандартов на основе инновационных технических решений, реализованных в ходе организации производства муфтовой заготовки на ОАО ВМЗ и заключающихся в создании технологии и оборудования ТПА средней производственной мощности (150...400 тыс. тонн в год), обладающих технологической гибкостью при переходе с одного сортамента на другой, работающих на достаточно простом технологическом инструменте, имеющих компактное и надежное удобное в эксплуатации оборудование.

Для достижения поставленной цели выполнена технологическая проработка нового процесса производства высокоточных горячекатаных труб с допуском отклонения по толщине стенки до $\pm 6\%$, определены состав оборудования и его базовые технические характеристики. На опытно-промышленных станах винтовой прокатки МИСиС 130-Д и Т экспериментально исследованы и разработаны технологии прошивки заготовок в тонкостенные гильзы и раскатки гильз в черновые трубы. ♦

В основу организации производства высокоточных горячекатаных труб заложены новые технологические процессы прошивки – раскатки заготовки в стане винтовой прокатки, раскатки гильзы на контролируемо-перемещаемой оправке в непрерывном стане с двухвалковыми и четырехвалковыми клетями. Процесс прошивки осуществляется в области повышенных углов подачи – $13...15^\circ$ на водоохлаждаемых оправках.



45 Проекты программы развития НИТУ «МИСиС»

Реализация программы позволяет сконцентрировать имеющиеся государственные ресурсы и частные инвестиции для решения ключевых проблем в инновационной сфере. Программа развития Национального технологического университета рассчитана на 10 лет (2009-2017 гг.) и связана с развитием четырех приоритетных для страны направлений: нанотехнологии и новые материалы, энергосбережение, рациональное природопользование, информационно-телекоммуникационные технологии.

Научно-технологический комплекс «Нанобезопасность»

Денис Кузнецов
доцент, к. т. н.

Кафедра функциональных
наносистем
и высокотемпературных
материалов

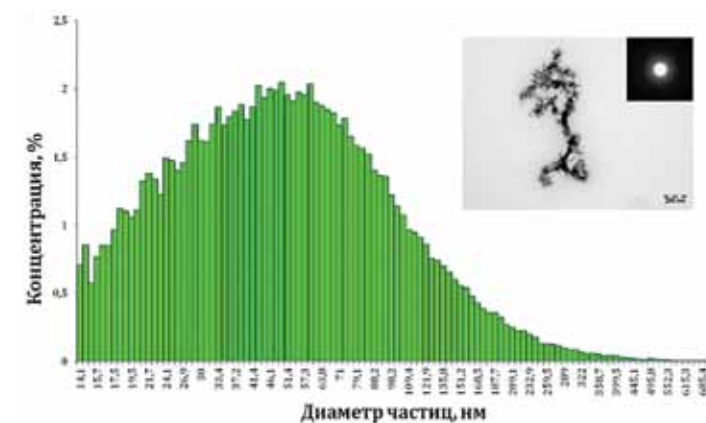
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОДНОЙ ИЗ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ РОССИЙСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. ШТРАФЫ, НАЛАГАЕМЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ СЛУЖБАМИ НА КРУПНЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ, ДОСТИГАЮТ 1 МЛРД. РУБ.

Динамика развития существующих промышленных технологий, связанных с производством высокодисперсных техногенных отходов (металлургия, нефтехимия, добыча и переработка полезных ископаемых, автомобильная промышленность и т.д.), а тем более внедрение в производство нанотехнологий и наноматериалов существенно опережают наши знания в области обеспечения безопасности их производства и применения. В связи с этим становится актуальным вопрос о мониторинге окружающей среды на предмет наличия субмикронных и наноразмерных частиц в атмосфере, воде, твердых и жидких промышленных отходах, разработке методов и средств защиты, контроля и утилизации.

В рамках проекта в 2011 году был приобретен один из наиболее точных аналитических инструментов анализа атмосферных наночастиц – наноаэрозольный сканирующий спектрометр SMPS 3936 компании TSI (США). Прибор позволяет определять важнейшие параметры наноаэрозолей – концентрацию и распределение по размерам в диапазоне от 4 до 1000 нм.

Другим важным направлением работ по проекту, непосредственно связанным с промышленным производством, является исследование возможности производства новых видов продукции, образующихся при очистке от нанозагрязнений, обладающих высокой добавленной стоимостью, – промышленных наноматериалов. Проведение таких НИОКР будет осуществляться по следующей траектории: комплексный мониторинг производственных источников высоко- и нанодисперсных отходов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (земля, воздух, вода); комплексный физико-химический анализ отходов производства (сложных дисперсных систем); разработка технологических схем оптимизации процесса производства в направлении снижения вредного воздействия нанодисперсных составляющих отходов на экологию; разработка новых схем использования, переработки или коммерческой реализации промышленных нанодисперсных отходов; экономическое обоснование необходимости реализации мер по внедрению результатов НИОКР в области технологий мониторинга и утилизации техногенных наноматериалов.

В рамках Проекта в 2011 году были выполнены работы по анализу фитотоксического действия наноматериалов на различные виды растений выявил возможность активного проникновения наночастиц в живые клетки, которые вызывающие необратимые морфологические и биохимические изменения тканей растений. Работа выполнялась при тесном взаимодей-



Кривая распределения наночастиц в воздухе корпуса «Б» МИСиС по размерам. Врезка – агломерат уловленных наночастиц графита (источник – тонер лазерного принтера, данные анализа в УНЦ «Международная школа микроскопии»)

ствии с ведущими научными группами, работающими в области анализа влияния техносферы на живые организмы.

В результате был сформирован универсальный комплекс методик, позволяющий проводить количественную оценку степени опасности порошкообразных промышленных наноматериалов для растительных объектов по морфофизиологическим, биохимическим и репродуктивным показателям, а также эффективности энергозапасующих процессов; идентифицировать указанные материалы в растительных тканях; прогнозировать уровень потенциальной опасности наночастиц для растений.

Наблюдаемый повышенный интерес к теме «нанобезопасности» является не следствием конъюнктурных спекуляций вокруг термина «нано», но естественной реакцией общества на угрозу, вызываемую непредсказуемыми последствиями взаимодействия биологических объектов с наноматериалами, которые все чаще называют «радиацией XXI века». Таким образом, фундаментальная цель проекта – борьба за повышение комфортности и безопасности нашей среды обитания. ♦

Последние исследования показывают, что наночастицы, содержащиеся в атмосфере в состоянии аэрозолей, могут проникать сквозь клетки эпителия, распространяться по отросткам нервных клеток, кровеносным и лимфатическим сосудам. Они избирательно накапливаются в клетках разных типов и в клеточных структурах, являясь истинной причиной самых различных заболеваний, включая раковых. При этом есть все основания предполагать, что гораздо больший вред наносят техногенные

наноматериалы, повсеместно распределенные в воздухе и воде, – выбросы металлургических и химических предприятий, продукты конденсации выхлопных газов ДВС и многие другие. Причиной их присутствия в окружающей среде является то, что существующие промышленные системы очистки техногенных газов от пылевых частиц (скрубберы, электростатические, механические фильтры и др.) не предназначены для улавливания и переработки частиц с размерами менее 1 мкм.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ НИТУ «МИСИС» В ОБЛАСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ЭКОТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ЕДИНОГО ИННОВАЦИОННОГО ИНФРАСТРУКТУРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПОЗВОЛИТ ПРЕДЛОЖИТЬ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫЕ ДЛЯ РЫНКА НИОКР КОМПЛЕКСНЫЕ СЕРВИСЫ

”

Технологии получения новых медицинских сплавов с памятью формы

Сергей Прокошкин
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра пластической
деформации специальных
сплавов

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ВОСТРЕБОВАНЫ В ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ: ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ И ОБЩЕЙ ИМПЛАНТОЛОГИИ. НА РОССИЙСКОМ И МИРОВОМ РЫНКАХ НЕТ ПРОДУКТОВ С ТАКИМ СОЧЕТАНИЕМ СВОЙСТВ, КАК У СОЗДАВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

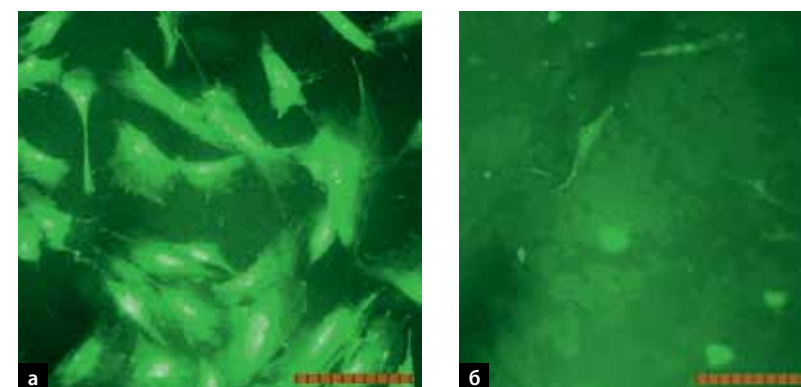
В настоящее время не существует материала для медицинских имплантов, одновременно механически, химически и биологически совместимых с живой тканью. Обладающие наибольшей биомеханической совместимостью сверхупругие сплавы с памятью формы (СПФ) Ti-Ni содержат канцерогенный никель. Разрабатываемые в проекте СПФ нового поколения Ti-Nb-Ta и Ti-Nb-Zr содержат только биосовместимые компоненты. Для эффективного повышения функциональных свойств СПФ используется термомеханическая обработка (ТМО), в т.ч. создающая наноструктуры.

Основными целями проекта являются разработка и освоение технологии получения титановых сплавов с памятью формы (СПФ) для создания нового наноструктурного функционально-градиентного материала (ФГМ), а также пеноматериала, проявляющих сверхупругое поведение и не содержащих токсичных компонентов, для медицинского применения в экстремальных условиях биомеханического и биохимического воздействия.

Для достижения указанной цели в проекте решаются следующие задачи:

- разработка технологии получения однородных слитков большого развеса СПФ Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr;
- поиск оптимальных составов СПФ Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr для реализации сверхупругого поведения;
- разработка технологии ТМО для получения наноструктурного состояния и реализации совершенного сверхупругого поведения СПФ;
- изучение и подбор способа формирования поверхностного слоя ФГМ для получения оптимальных его характеристик;
- установление условий, определяющих устойчивость ФГМ к внешним механическим и электрохимическим воздействиям;
- изучение биосовместимости методами анализа in-vitro и in-vivo;
- создание новых пеноматериалов на основе СПФ Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr, наиболее органично вживляемых в костную ткань;
- изготовление экспериментальных образцов имплантов из новых сплавов для проведения лабораторных и клинических испытаний.

Для решения задач проекта в 2011 году приобретена «Система автоматизированного проектирования для фрезерования опытных образцов дентальных имплантов из сплавов на основе титана». Это оборудование является ключевым, обеспечивающим достижение



Сокультивирование клеток с материалами. Фибробласты, культивированные на поверхности пластин Ti-Nb-Ta (а) и тантала (б). Линейка 100 мкм

основной цели проекта и в конечном счете освоение производства материалов для медицинских имплантов из СПФ Ti-Nb-Zr, Ti-Nb-Ta.

В ходе выполнения НИР в рамках проекта в 2011 году (в сотрудничестве с Высшей технологической школой, ВТШ, г. Монреаль) отработывались технологии ТМО сплавов Ti-Nb-Zr, Ti-Nb-Ta, проводились исследования их структуры, мартенситных превращений, функциональных свойств основы и поверхностного слоя, электрохимических характеристик, исследования in vitro.

Получены следующие результаты:

- проведены первые эксперименты по изучению стабильности сверхупругого поведения СПФ Ti-Nb-Zr, Ti-Nb-Ta, подвергнутых ТМО;
- при испытаниях методом измерительного царапания СПФ Ti-Nb-Zr определена когезионная прочность защитной оксидной пленки на СПФ Ti-Nb-Zr в сравнении с Ti-Nb-Ta;
- при испытаниях СПФ Ti-Nb-Ta in vitro выявлено его преимущество перед чистым танталом (см. рисунок): фибробласты, культивированные на поверхности пластины Ti-Nb-Ta, обладают гораздо более высокой адгезивностью и жизнеспособностью;
- подготовлены образцы СПФ Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr для испытаний in vivo;
- механические испытания пеноматериалов на основе СПФ Ti-Nb-Zr выявили преимущество по механическим свойствам термообработанного пеноматериала;
- Проведены многоцикловые усталостные испытания при сверхупругом механоциклировании СПФ Ti-Nb-Ta. ♦

ОБЛАДАЮЩИЕ НАИБОЛЬШЕЙ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ СПЛАВЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ Ti-Ni СОДЕРЖАТ КАНЦЕРОГЕННЫЙ НИКЕЛЬ, ЧТО ОГРАНИЧИВАЕТ ИХ МЕДИЦИНСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ. РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ СПЛАВЫ Ti-Nb-Ta И Ti-Nb-Zr СОДЕРЖАТ ТОЛЬКО БИОСОВМЕСТИМЫЕ КОМПОНЕНТЫ. ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ОБРАБОТКА, СОЗДАЮЩАЯ НАНОСТРУКТУРЫ

”

Инновационные технологии получения защитных покрытий

Алексей Дуб
профессор, д. т. н.

Кафедра защиты металлов
и технологии поверхности

РАЗРАБОТАНЫ
ОПТИМАЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РЕЖИМЫ
ПОЛУЧЕНИЯ
МИКРОДУГОВЫХ
ПОКРЫТИЙ
ИЗДЕЛИЙ ИЗ
АЛЮМИНИЕВЫХ
СПЛАВОВ

Основными целями работы по проекту в рамках программы развития НИТУ «МИСиС» в 2011 году являлись освоение уникальной установки по микродуговому оксидированию с компьютерным управлением и разработка инновационных технологий защитных покрытий на легких конструкционных сплавах.

Для достижения основной цели были решены следующие задачи:

- Исследовались влияния формы тока на кинетику и механизм роста микродуговых покрытий на поверхности алюминиевых и магниевых сплавов.
- Разрабатывался энергосберегающий комбинированный электрохимический режим получения защитных покрытий на образцах и изделиях из алюминиевых сплавов без изменения их геометрических размеров.
- Исследовались сопротивление усталости, микротвердость и электрохимические характеристики системы «сплав Д16-микродуговое покрытие» при помощи вакуумного оборудования (потенциостатов и испытательной машины Corrtest).

Результаты, полученные в ходе работы:

- Установлено, что оптимальной формой тока, задаваемого для получения на алюминиевых сплавах толстых (более 100 мкм) микродуговых покрытий, является асимметричный (отношение катодного тока к анодному 1,1–1,2) ток.
- Выявлен механизм влияния асимметричного тока на кинетику роста микродуговых покрытий. При этом показано, что рост покрытия происходит только при анодной поляризации рабочего электрода (алюминиевого сплава). При катодной поляризации рабочего электрода вследствие увеличения pH в сквозных порах происходит образование малорастворимых продуктов, что увеличивает количество эффективных микроразрядов с одновременным уменьшением энергии, выделяющейся в каждом микро-разряде. Последнее уменьшает вероятность перехода процесса микродугового оксидирования алюминиевых сплавов в дуговой режим, при котором происходят кратерообразные локальные нарушения сплошности покрытия (т.е. увеличивается предельная толщина микродуговых покрытий).

- Установлено, что полученные покрытия имеют высокие антикоррозионную способность (после выдержки в камере соляного тумана в течение 336 ч отсутствовали локальные коррозионные поражения на их поверхности – требования стандарта ASTM), сопротивление высокочастотной усталости (не менее, чем у металлической основы), микротвердость (близкая к теоретической микротвердости корунда).
- Показано, что оптимальным технологическим режимом получения покрытий на магниевых сплавах является следующий:
 - щелочно-фосфатный электролит с добавкой фторида аммония, приводящего к активации поверхностных слоев магниевого сплава;
 - постоянный или прямой ток, плотность которого не более 2 А/дм².

Результаты будут применены в авиационной промышленности, в том числе для изготовления деталей авиационных двигателей, в нефтяной промышленности, в частности, для изготовления пробок шаровых кранов, для изготовления протезных изделий из алюминиевых сплавов.

Данные результаты представляют повышенный интерес для Уфимского авиамоторного завода, ММПП «Салют», ООО «Плазма», ОАО «Металлист». ♦

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ПРОЕКТА РАЗЛИЧ-
НЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
РЕЖИМЫ ЗАДАВАЛИСЬ
ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮ-
ТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ.
А УНИКАЛЬНЫМ ФАКТОМ
ЯВИЛОСЬ ТО, ЧТО БЫЛ
УСТАНОВЛЕН ДИСТАНЦИ-
ОННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ
ЗА СВОЙСТВАМИ РАСТУ-
ЩИХ НА АЛЮМИНИЕВОМ
СПЛАВЕ МИКРОДУГОВЫХ
ПОКРЫТИЙ

”

Получены толстые (более 100 мкм) микродуговые покрытия со свойствами, значительно более высокими, чем у аналогичных покрытий, получаемых конкурирующими отечественными и зарубежными компаниями и фирмами, при меньших энергозатратах и более высокой производительности процесса. При этом был реализован

уникальный оригинальный метод анодирования, позволяющий получать различные по свойствам покрытия на различных участках поверхности образцов из легких конструкционных сплавов с сокращением энергозатрат более чем в 2,5 раза (в некоторых случаях энергозатраты были сокращены более чем на порядок).

Разработка инновационных литейных технологий и материалов

Владимир Белов
профессор, д. т. н.

Кафедра технологии литейных процессов

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БАЗОВЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РФ

Данный проект выполнялся в 2011 г. в рамках инжинирингового центра «Инновационные литейные технологии и материалы» (ИЦ ИЛТМ). Главная цель создания ИЦ ИЛТМ на кафедре технологии литейных процессов – сделать максимально востребованным со стороны российских предприятий и фирм научный потенциал кафедры, повысив при этом эффективность проведения научно-исследовательских работ.

В соответствии с планом и задачами данного проекта проводились работы по выполнению действующих контрактов и заключению новых. Основные результаты приведены ниже.

Проект «Разработка и внедрение литейных технологий нового поколения для создания высокотехнологичного производства по изготовлению высокоточных отливок из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов для газотурбинных двигателей», подготовленный в рамках постановления Правительства РФ №218, успешно выполняется совместно с ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» (окончание в 2012 г., руководитель – зав. каф. проф. В.Д. Белов).

Проект «Разработка и внедрение новой технологии изготовления лопаток турбины и компрессора для перспективных газотурбинных двигателей» начал выполняться в конце 2011 г. в рамках мероприятия 2.7 Минобрнауки (руководитель – зав. каф. проф. В.Д. Белов). Инициатор – ОАО «УМПО» (принимают участие другие университеты).

Проект «Разработка технологии производства конечных изделий из алюмоматричных композиционных наноматериалов (АМНК) методами пропитки преформ алюминиевыми сплавами и путем финальной термомеханической обработки заготовок АМНК, полученных методами механического легирования и горячей консолидации» начал выполняться в конце 2011 г. в рамках мероприятия 2.7 Минобрнауки (окончание в 2013 г.). Инициатор – ЗАО СЛК (руководитель – директор ИЦ ИЛТМ проф. Н.А. Белов).

Проект «Разработка материалов и технологии изготовления облегченных паяных корпусных элементов приборов перспективной РЭА» начал выполняться в конце 2011 г. (окончание в 2013 г.). Заказчик – НИИ ТП (РОСКОСМОС), руководители – директор ИЦ ИЛТМ проф. Н.А. Белов и проф. И.Н. Пашков.



Учебно-производственный комплекс кафедры ТЛП НИТУ «МИСиС»

Завершилась НИР «Создание фундаментальных принципов оптимизации структуры алюминиевых сплавов нового поколения, упрочняемых наночастицами Zr-содержащей фазы L1₂ и предназначенных для получения фасонных отливок и деформированных полуфабрикатов», которая выполнялась в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» в течение трех лет (руководитель – директор ИЦ ИЛТМ проф. Н.А. Белов).

Проект «Коммерциализация технологии создания высоконадежных ступеней погружных электроцентробежных насосов из жаропрочного алюминиевого сплава с защитным керамическим покрытием» выполняется с 2011 г. в рамках программы СТАРТ. В рамках этого проекта создана инновационная компания «МЕХАНИКА» (ген. директор – нач. отд. ИЦ ИЛТМ А.Н. Алабин). ♦

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД, ВКЛЮЧАЮЩИЙ ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ И RP-ТЕХНОЛОГИЙ, СОЧЕТАЮЩИЙ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ И ИННОВАЦИОННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

”

В настоящее время производственный отдел кафедры ТЛП размещается в двухпролётном учебно-производственном корпусе площадью 1008 м², предназначенном для реализации технологических цепочек изготовления литых заготовок из сплавов на основе цветных металлов и чугуна.

Кафедрой ТЛП НИТУ «МИСиС» совместно с институтом «БЕЛНИИЛИТ» (Республика Беларусь) была разработана концепция организации и оснащения оборудованием технологической цепочки изготовления фасонных «пилотных» и мелких серий отливок из сплавов цветных металлов и чугуна.

Разработка и производство функциональных нанодисперсных материалов

Денис Кузнецов
доцент, к. т. н.

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

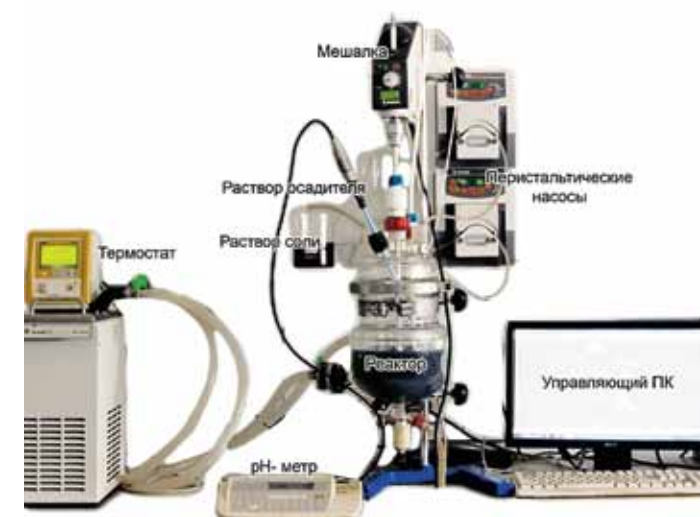
АПК «НАНОХИМ» – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Химические технологии получения наноматериалов являются в настоящее время наиболее используемыми в мировой промышленности. К их основным преимуществам относятся высокая производительность, возможность получения незагрязненных материалов, четкий контроль состава и дисперсности наночастиц. Процесс обучения таким технологиям должен включать комплексное исследование формирования дисперсных наносистем и разработку эффективных методов управления их физико-химическими характеристиками непосредственно в ходе получения.

В России широкое использование нанопорошков во многом сдерживается их высокой стоимостью. В связи с этим основной целью проекта являлось создание учебно-технологического модуля для получения наноматериалов, который обладает следующими характеристиками: простота технологии получения, возможность масштабирования производства, использование стандартного лабораторного и технологического оборудования, высокое качество получаемых нанопорошков, интегрированность с различными методами исследования.

Одной из основных частей разработанной учебно-технологической линии по разработке и производству функциональных нанодисперсных материалов является АПК «Нанохим» – аппаратно-программный комплекс для проведения научных исследований и обучения специалистов в области технологий получения и контроля характеристик наноматериалов и исследования их физико-химических характеристик.

АПК «Нанохим» – многофункциональная автоматизированная система для получения нанодисперсных керамических материалов методом химического осаждения, основанная на модульном принципе. Комплекс включает следующие основные компоненты: реактор для синтеза наноматериалов, систему подачи исходных компонентов с автоматическим контролем скорости подачи в зависимости от заданных параметров, аналитическую систему для определения среднего размера наночастиц, систему автоматического управления модулем, обеспечивающую работу в директивном и удаленном режимах, а также инструменты для контроля физико-химических



Внешний вид АПК «Нанохим»

свойств наноматериалов. Управляющая программа создана в среде графического программирования NI LabVIEW.

Неотъемлемой частью комплекса являются аналитические инструменты, предназначенные для контроля различных физико-химических параметров получаемых материалов. Модульная архитектура АПК «Нанохим» позволяет легко проводить его модернизацию, расширение и настройку для выполнения различных задач при получении наночастиц. Контроль за работой отдельных элементов и управление ими осуществляются в режиме реального времени с учетом заданных параметров эксперимента. ♦

В 2011 ГОДУ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АПК «НАНОХИМ» ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР ПО РАЗРАБОТКЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ОГНЕУПОРНЫХ БЕТОНОВ С ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ» ПОЗВОЛИЛО СУЩЕСТВЕННО ПОВЫСИТЬ КАЧЕСТВО И ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

”

В НИТУ «МИСиС» аппаратно-программный комплекс по получению наноматериалов химическими методами АПК «Нанохим» способен решить следующие основные задачи:

- повышению качества подготовки специалистов, бакалавров, магистров в области технологий создания нанодисперсных материалов и управления их свойствами;
- развитию системы дистанционного обучения с использованием современных средств визуализации и удаленного доступа

к аналитическому и технологическому оборудованию;

- повышению качества научных исследований, проводимых в области создания новых типов материалов для государственных и частных компаний;
- повышению эффективности обучения и научных исследований, проводимых молодыми учеными, за счет интеграции аналитических, технологических и интеллектуальных ресурсов в области конструктивных наноматериалов в образовательные траектории с использованием систем удаленного доступа.

Полимерматричные нанокомпозиционные материалы конструкционного и трибологического назначения

Сергей Калошкин
профессор, д. ф.-м. н.

НИЦ КМ

ЗА ГОД
ОПУБЛИКОВАНО
12 СТАТЕЙ
В РЕФЕРИРУЕМЫХ
НАУЧНЫХ
ИЗДАНИЯХ,
4 УЧАСТНИКА
ПРОЕКТА
ЦИТИРУЮТСЯ
НА САЙТЕ
WWW.SCIENTIFIC.RU



Целью проекта является развитие на базе МИСиС научно-образовательного направления по композиционным материалам с полимерными матрицами, армированными твердыми дисперсными частицами, непрерывными и дискретными волокнами, в том числе углеродными, создание лабораторной базы по экспертизе материалов, а также стимулирование творческой научной деятельности студентов и молодых ученых в области материаловедения полимерных композитов.

Проект реализуется на базе научно-исследовательского Центра композиционных материалов, межкафедральной лаборатории «Наноматериалы» и кафедр Института новых материалов и нанотехнологий.

Проект направлен как на разработку новых композиционных материалов, так и на формирование научно-образовательной среды развития знаний и творческих способностей студентов и аспирантов в данной области материаловедения.

Для создания лабораторных образцов композиционных материалов используются методы прессования и экструзии. Материалы полимерных матриц и армирующих наполнителей, с целью повышения характеристик композитов и улучшения адгезионного взаимодействия на границе раздела матрица-наполнитель подвергаются механохимическому, химическому, термоокислительному модифицированию. Исследование прочностных, теплофизических, трибологических характеристик композиционных материалов проводится на современном исследовательском и испытательном оборудовании. Применяемое программное обеспечение позволяет проводить испытания и получать результаты в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов.

Развивается направление работ по применению наноразмерных наполнителей для термопластичных матриц, таких как углеродные нанотрубки, карбид бора, нитрид бора, при создании материалов трибологического назначения. Новым направлением деятельности является разработка композиционных материалов,

армированных углеродными, базальтовыми волокнами и тканями и исследование их характеристик.

Использование дискретных поверхностно модифицированных углеродных волокон для упрочнения сверхвысокомолекулярного полиэтилена, позволило при коэффициенте трения по стали 0,12–0,15 на 60% существенно снизить износ по сравнению с чистым полимером, с 700 до 3750 МПа, повысить модуль упругости. Использование углеродных наполнителей позволило в 2–3 раза повысить теплопроводность композита, что улучшает условия его работы в нагруженных узлах трения.

Работы по получению функциональных полимерных композиционных покрытий проводились для таких полимеров как ПФС и ПТФЭ. Обсадные трубы и направляющие аппараты погружных насосов с композиционными покрытиями показали хорошие результаты в условиях опытных испытаний. Изучение изделия после испытаний показало его цельность и отсутствие сквозных отверстий, обычно образующихся в результате совместного воздействия абразивного износа и коррозионных процессов в стальных незащищенных изделиях за установленный период службы.

Благодаря совершенствованию испытательной и методической базы растет объем проводимых исследований. В 2011 году коллективом исполнителей настоящего проекта выполнено контрактов на сумму более 8,5 млн. рублей. Среди заказчиков НИР – ОАО «ФПК», ООО «Лукойл-Нижневожскнефть», GRUP SERVICII PETROLIERE SA, Институт новых углеродных материалов и технологий, ФГУП «НИФХИ им. Л. Я. Карпова», ФГУП «НИИГрафит», ОАО «Пластполимер», ООО «ЭРИЭЛЛ НЕФТЕГАЗСЕРВИС», ОАО «НИАТ», метрологический центр «РОСНАНО».

За год опубликовано 12 статей в реферируемых научных изданиях, 4 участника проекта цитируются на сайте www.scientific.ru. К работе активно привлекается молодежь, в проекте участвуют 9 аспирантов, не менее 20 студентов бакалавриата и магистратуры выполняют свои исследовательские работы по данному направлению. ♦



Композиционные материалы на основе стеклянных и базальтовых волокон и тканей



Современное специализированное оборудование для проведения трибологических и физико-механических испытаний пластмасс, полимеров и композиционных материалов существенно расширило возможности в решении сертификационных и экспертных задач



Наиболее важными задачами, решаемыми в настоящий момент, являются:

- создание испытательного и сертификационного центра по композиционным материалам в НИТУ «МИСиС», его аккредитация, в том числе международная;
- исследование эффекта памяти формы полимеров использование его при разработке и создании высокопрочных композиционных материалов на их основе;
- исследования в области технологий переработки и вторичного использования полиимидов и полиэтилентерефталата, в том числе для

создания композиционных материалов на их основе;

- разработка и исследование свойств новых композиционных материалов на полимерной основе, наполненных углеродными нанотрубками, дискретными волокнами, твердыми частицами медицинского и трибологического назначения;
- разработка композиционных материалов на основе непрерывных волокон и тканей для применения в медицинской технике, судостроении, строительстве;
- разработка высокопрочных и износостойких композиционных покрытий на полимерной основе.

Разработка новых материалов на основе Fe, Al и Ti

Алексей Солонин
к.т.н.

Кафедра металловедения
цветных металлов

СОЗДАНИЕ НОВОЙ
МЕТОДОЛОГИИ
ПОИСКА СОСТА-
ВА И РЕЖИМОВ
ОБРАБОТКИ
СПЛАВОВ
С ЗАДАВАЕМЫМ
КОМПЛЕКСОМ
СВОЙСТВ НА ОСНОВЕ
РАСЧЕТОВ ПО
МАТЕМАТИЧЕСКИМ
МОДЕЛЯМ, ПОД-
ТВЕРЖДЕННЫМ
ЭКСПЕРИМЕНТАМИ

Проект направлен на разработку новых металлических материалов различного функционального назначения на основе железа, алюминия и титана. При выполнении проекта активно используются методы моделирования структуры и свойств материалов. Высокая точность расчетов по моделям обеспечивается за счет их экспериментальной калибровки и верификации.

Такая калибровка особенно эффективна при использовании имитационного моделирования в лабораторных условиях на компьютеризированных установках типа Gleeble-3800, которые позволяют воспроизводить все основные технологические процессы, начиная от плавки и литья, и кончая термомеханической обработкой, и соответственно формировать в образцах структуры, близкие к получаемым в промышленных условиях, но с минимальными затратами. Исследовательский комплекс физического моделирования термомеханических процессов Gleeble 3800 – это мощный универсальный инструмент, позволяющий проводить широкий круг фундаментальных и прикладных научных исследований: исследование свойств материалов в твердо-жидком состоянии; исследование неравновесной кристаллизации; исследование механизмов формирования субструктуры и зеренной структуры разной дисперсности, включая наноструктуру; выделения фаз и мартенситных превращений в сплавах с памятью формы в условиях пластической деформации и термомеханической обработки; построение термокинетических диаграмм фазовых превращений и др.

В 2011 году были проведены работы по следующим направлениям, отражающим решаемые задачи и области применения результатов проекта:

- Разработка высокопрочных сверхпластичных материалов на основе алюминия для авиа- и судостроения;
- разработка авиационных материалов нового поколения на основе литейных алюминиевых сплавов и оксидно-керамических покрытий;
- поиск новых систем легирования для разработки технологичных алюминиевых сплавов для блоков цилиндров автомобильных двигателей;
- создание научных принципов разработки конкурентоспособных материалов для транспортировки электроэнергии;
- разработка режимов термомеханической обработки для корректировки параметров восстановления формы в элементах из проволоки сплавов с памятью формы титан-никель;

- исследование функциональных свойств сплавов NiTi, подвергнутых РКУП;
- металловедение лигатурных сплавов на основе алюминия;
- разработка технологии производства прекурсора и ее апробация в условиях пилотной технологической линии для получения сверхлегких панелей из материалов на основе пеноалюминия;
- исследование фазовых превращений, термомеханического поведения и биохимического взаимодействия с органическими и неорганическими средами высокопрочных, в том числе наноструктурных сталей и сплавов с памятью формы.

Целевыми потребителями результатов проекта являются предприятия металлургии и машиностроения, оборонная промышленность, судостроение, пищевая, химическая и медицинская промышленность и др. Основными заказчиками выполняемых в 2011 г. работ являлись следующие организации: Минобрнауки, ООО «Армгаз-НТ», ИМАШ РАН, УГАТУ, Audi (Volkswagen) Алкоа СМЗ, ОАО «Колтек Интернешнл», ОАО «Комполит».

УНИКАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
КОМПЛЕКС GLEEBLE 3800
ПОЗВОЛЯЕТ ПРОВОДИТЬ
ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ,
ИМИТИРУЮЩИЕ
ПРОЦЕСС ПРОИЗВОД-
СТВА ИЛИ КОНЕЧНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШИРО-
КОМ ДИАПАЗОНЕ УСЛОВИЙ
ДЕФОРМАЦИОННО-ТЕРМИ-
ЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

”

Разработаны перспективные составы литейных алюминиевых сплавов с пределом прочности при 250 °С более 200 МПа, предназначенных для производства блоков цилиндров автомобилей. Разработаны высокопрочный сплав на основе алюминия с пределом текучести выше 550 МПа и технология получения из него сверхпластичных листов, обеспечивающая повышенные показатели сверхпластичности - удлинения до 1000% при постоянной скорости деформации 0,01 1/с, что позволяет осуществлять формовку из сплава изделий сложного глубокого рельефа при повышенных скоростях.

Разработаны перспективные алюминиевые сплавы для изготовления токопроводящих жил

с электросопротивлением $3,18-3,24 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, пределом текучести при комнатной температуре 210-240 МПа, пределом прочности при температуре 300 °С после выдержки 15 мин 110 МПа.

Разработаны устройства для медицинской техники, действующие на основе эффектов памяти формы и сверхупругости наноструктурных стареющих сплавов Ti-Ni: (1) удаляемая клипса и клипс-холдер для клипирования кровеносных сосудов; (2) система «сверхупругая ловушка «Трал» + манипулятор» для извлечения конкрементов из полых органов; (3) сверхупругие сшивающие скобы для степлера, сшивающего кровеносные сосуды; (4) самодвижущийся эндоскоп и стент для стентирования тонкого кишечника.

Моделирование и анализ деятельности сложных систем

Владимир Кривоножко
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра автоматизированных
систем управления

ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ
СЕЧЕНИЙ
МНОГОМЕРНЫХ
ПРОСТРАНСТВ
НЕОБХОДИМО
РАЗРАБАТЫВАТЬ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ
АЛГОРИТМЫ,
КОТОРЫЕ
УЧИТЫВАЮТ
ИНУЮ ФОРМУ
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
МНОГОМЕРНЫХ
МНОЖЕСТВ



О возможности визуализации многомерного социально-экономического пространства писали еще классики по математической экономике и исследованию операций (М. Фаррелл, Р. Фриш, Р. Шепард и др.), некоторые из них стали впоследствии лауреатами Нобелевской премии.

Цель проводимых работ состоит в разработке теории, методов, программных продуктов по визуализации деятельности сложных социально-экономических объектов с помощью построения сечений многомерных множеств двух- и трехмерными аффинными подпространствами.

В проекте были предложены методы исследования сложных объектов с помощью построения сечений многомерных множеств, которые оказываются обобщением хорошо известных функций в экономике и бизнесе (производственная функция, изокванты, изокоста, изопрофита и т.д.).

С научной точки зрения построение алгоритмов сечения многомерных множеств дает возможность исследовать сложные объекты прямыми методами. До сих пор для вычисления показателей деятельности сложных объектов в мировой практике используются так называемые не прямые методы. В наших работах показано, что вычисление эффекта масштаба на эффективной гиперповерхности не прямыми методами дает в ряде случаев неверные результаты. Подобных примеров имеется достаточно много.

С практической точки зрения визуализация многомерных множеств значительно усиливает интуицию и творческие возможности лиц, принимающих решения. Действительно, в настоящее время ни один строитель не начнет стройку без полного набора чертежей, ни один капитан не пойдет в плавание без точного маршрута на карте. И только руководитель сложными социально-экономическими объектами часто принимает решения, основываясь лишь на таблицах данных, простых графиках и диаграммах.

Проект состоит из следующих основных этапов:

- 2011 год. Разработка алгоритмов для 3D визуализации. Закупка, установка и тестирование оборудования в Ситуационном центре.
- 2012 год. Разработка программ для 3D визуализации. Тестирование и апробация программ и моделей на реальных данных (I и II квартал). Разработка и проведение презентаций для возможных заказчиков (III и IV квартал). Построение методов

и алгоритмов для преодоления скрытых эффектов в моделях (III и IV квартал).

- 2013 год. Разработка моделей и аналитических комплексов для реальных заказчиков. Апробация и оценка алгоритмов для преодоления скрытых эффектов в моделях.

В 2011 г. и начале 2012 опубликовано 5 научных статей в международных журналах из списка WOS, сделано 3 доклада на двух международных конференциях (EWERA2011, Италия; САИТ-2011, Россия).

В процессе работ использовались теория и методы оптимизации, многокритериальная оптимизация, оптимизационное моделирование и ряд сервисных программ.

В ходе работ впервые в мире удалось построить и визуализировать многомерные пространства с помощью 3D сечений.

Потенциальными заказчиками наших результатов могут быть: а) администрации регионов РФ, б) руководство финансовых институтов РФ, в) руководство крупных компаний, г) муниципальные образования и другие государственные и коммерческие структуры. ♦

В МАТЕМАТИКЕ
СУЩЕСТВУЕТ ТАКОЙ
«ПАРАДОКСАЛЬНЫЙ
ФАКТ»: ДВЕ ФОРМУЛЫ
(МОДЕЛИ) МОГУТ БЫТЬ
ЭКВИВАЛЕНТНЫ, ОДНАКО
С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОНИ МОГУТ
ПРИВОДИТЬ К РАЗНЫМ
РЕЗУЛЬТАТАМ



В настоящее время в мире существуют мощные программные системы по оптимизации. Однако попытки в мировой литературе применить классические методы параметрической оптимизации и программные системы напрямую для разработки методов визуализации многомерных множеств не привели к успеху, поскольку оптимизационные модели для данных задач обладают некоторой спецификой, что приводит к тому, что при движении траектории по граням в процессе решения возникают «ложные» вершины. Кроме того, любая

вершина в такой постановке задачи имеет вырожденный базис, что также вызывает определенные трудности в процессе решения. В результате все это может приводить к неверным результатам. Ключевой успех нашего коллектива состоит в том, что нам впервые в мире удалось разработать и реализовать в программном виде специальные оптимизационные алгоритмы, с помощью которых можно визуализировать и исследовать поведение социально-экономических объектов в многомерном пространстве.

Инжиниринговый центр технологии минерального сырья

Дмитрий Абрютин,
доцент, к. т. н.

Центр ресурсосберегающих
технологий переработки
минерального сырья

Цель проекта состояла в создании Центра ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья (далее-Центр), научно-техническая продукция которого была бы конкурентно-способна на рынке инжиниринговых услуг России и стран СНГ.

Для достижения намеченной цели решались следующие задачи:

- проведение структурной реорганизации с объединением четырех подразделений НИТУ «МИСиС», работающих в области технологии минерального сырья, в один Центр;
- модернизация материально-технической базы Центра, создание мощной аналитической базы для минералогических исследований;
- повышение кадрового потенциала Центра за счет привлечения молодых специалистов и повышения квалификации сотрудников Центра;
- запуск крупных (стоимостью более 5 млн. рублей) проектов с крупными горно-металлургическими компаниями.

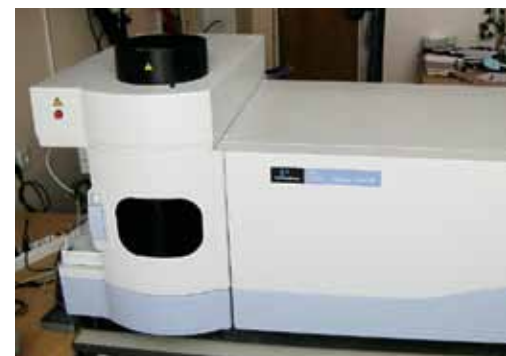
В период реализации проекта (2009–2011 гг.) за счет средств Программы развития университета 10 сотрудников Центра прошли стажировки и курсы повышения квалификации, в т.ч. в ведущих зарубежных научно-исследовательских центрах (Фрайбергская горная академия (ФРГ), Исследовательский центр компании Outotec (Финляндия), Университет MacGill (Канада)).

В рамках модернизации материально-технической базы Центра за счет средств Программы развития университета было приобретено следующее оборудование:

- система автоматизированного количественного минералогического анализа Mineral Liberation Analyzer (MLA), модель – MLA650, производитель – компания FEI (Австралия);
- ICP – спектрометр Optima 7000DV Scott с системой микроволнового разложения SW4 и системой очистки кислот Perkin Elmer;
- спектрофотометр исследовательского класса Cary 6000i (работает в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной части спектра).



Минералогический комплекс MLA System (Quanta 650)



ICP – спектрометр Optima 7000DV Scott



Участники курсов повышения квалификации с лектором (в центре) – проф. Б. Кляйном (Канада)

В ходе выполнения проекта были достигнуты следующие результаты:

- создан Центр ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья (штат – 32 человека, из них 14 – моложе 30 лет; в Центре работают 5 к.т.н. и 1 д.т.н.);
- в настоящее время выполняются 4 проекта с бюджетом более 10 млн. рублей;
- среди заказчиков научно-технической продукции Центра: ИФК «Метрополь», ЗАО «Полус», ГМК «Норильский никель», ООО «Байкальская горная компания», ОАО «ГРК «ТИМИР», АК Алроса. ♦

РЕАЛИЗОВАНА
ВОЗМОЖНОСТЬ КОММЕР-
ЦИАЛИЗАЦИИ НАУЧНЫХ
РАЗРАБОТОК, СОЗДАН-
НЫХ В НИТУ «МИСиС»
ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«ТЕХНОЛОГИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»

”

Создание научно-технической базы для разработки ХИТ

Вадим Тарасов,
профессор, д. т. н.

Кафедра цветных металлов
и золота

РАЗРАБОТКА
ЛИТИЕВЫХ БЕЗ-
ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ ТОН-
КОПЛЕННЫХ ВЫ-
СОКОЭНЕРГЕТИЧНЫХ
АККУМУЛЯТОРОВ
НОВОГО ПОКОЛЕ-
НИЯ И ИНТЕЛЛЕК-
ТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ИХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ
И ЭКСПЛУАТАЦИОН-
НЫМИ ХАРАКТЕРИ-
СТИКАМИ

Современные тенденции развития вооружения и военной техники с автономным питанием, основанные на достижениях микроэлектроники, требуют комплексного решения вопросов миниатюризации. В этой связи становится актуальной задачи повышения плотности энергии, содержащейся в единице массы или объема, повышения надежности и сохранности заряда, расширения диапазона рабочих температур химических источников тока (ХИТ). Удовлетворение этих требований должно осуществляться на фоне возрастающего дефицита производства ряда металлов и сплавов (никеля, серебра, свинца, ртути), которые в настоящее время широко используются при производстве традиционных ХИТ с водным электролитом. Дальнейшее совершенствование традиционных ХИТ не может обеспечить решение задач, выдвигаемых при создании современных комплексов вооружения. При этом разработка нехимических методов преобразования энергии в электрическую, например, с помощью солнечных батарей, магнитогидродинамических и термоэлектрических генераторов, лишь в незначительной степени удовлетворяет нужды новой техники. Решение этой проблемы стало возможным за счет создания научно-технологической базы для проектирования автономных источников питания нового поколения на основе литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов, разрабатываемых в НИТУ «МИСиС». Основными преимуществами литиевых ХИТ по сравнению с традиционными являются: высокая удельная энергия (до 600 Вт·ч/кг и 1000 Вт·ч/дм³); малый саморазряд (не более 1–3% в год); длительный срок хранения (более 10 лет); широкий диапазон рабочих температур (от –60 до +85 °С, в отдельных случаях до +200 °С).

Срок выполнения проекта составляет 5 лет. В течение этого периода будут разработаны и апробированы методы и аппаратные средства контроля и управления литий-ионных и литий-полимерных батарей, созданы макетные образцы изделий и подготовлено техническое задание на опытно-конструкторскую работу с внедрением на предприятии-изготовителе серийной продукции и последующим авторским сопровождением разработки. Кроме того, в рамках проекта предполагаются разработка и внедрение технологии утилизации литиевых химических источников тока различных электрохимических систем. Внедрение разработанной в НИТУ «МИСиС» технологии утилизации позволит резко сократить количество стратегически значимых материалов, закупаемых за рубежом, и впоследствии перейти на отечественное сырье (литированные оксиды марганца, ванадия, кобальта, хрома). По итогам выполнения проекта в 2011 г. заключены госконтракты: ОКР «Источник» на сумму 30 млн. руб. – госзаказчик, ОКР «Поглотитель» на сумму 40 млн. руб. – госзаказчик МЧС России и ОКР «Материя ПЛ» на сумму 70 млн. руб. – госзаказчик Минпромторг РФ.

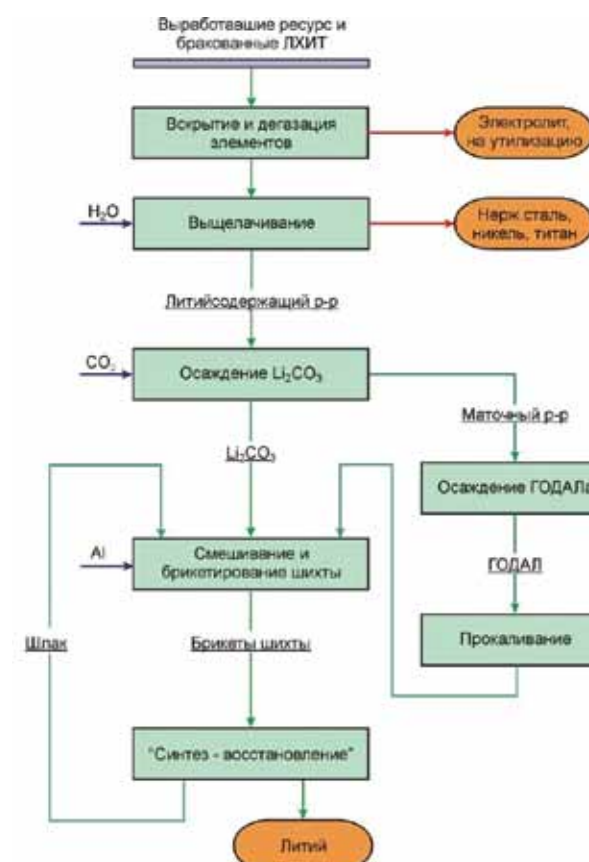


«Комплексная безопасность – 2011», «Архимед – 2012» и «Пятая международная выставка изобретений в Варшаве»

В рамках выполнения работ по проекту получены дипломы:

- «Комплексная безопасность – 2011».
- Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед – 2012».
- Пятая международная выставка изобретений в Варшаве.

Основные потребители научной продукции, созданной при выполнении проекта: Военно-промышленная комиссия при Правительстве РФ, Минпромторг РФ, МЧС РФ, Минобороны РФ, концерн «Российские технологии», предприятия промышленности. ♦



РАЗРАБОТКА ЛИТИЕВЫХ
АККУМУЛЯТОРОВ НОВОГО
ПОКОЛЕНИЯ ПРОВОДИТСЯ
В ИНТЕРЕСАХ ГОСУДАР-
СТВЕННОГО ОБОРОННОГО
ЗАКАЗА С ЦЕЛЮ ПРИ-
МЕНЕНИЯ В ООРУЖЕНИИ
И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ:
ПЕРЕНОСНЫЕ СРЕДСТВА
ТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ,
РАДИОАКУСТИЧЕСКИЕ БУИ,
ЭЛЕКТРОТОРПЕДЫ, РАДИО-
ВЗРЫВАТЕЛИ АРТИЛЛЕ-
РИЙСКИХ СНАРЯДОВ

”

Создание центра спецэлектрометаллургии

Константин Григорович
чл.-корр. РАН, профессор, д.т.н.

Кафедра металлургии стали
и ферросплавов

«БЕЛАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ» – ЭТО ЦЕЛАЯ ФИЛОСОФИЯ ТРУДА, ПОСТУЛАТАМИ КОТОРОЙ ЯВЛЯЮТСЯ ВНЕДРЕНИЕ ЛУЧШИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, КОМФОРТНОСТЬ УСЛОВИЙ ТРУДА



В рамках программы развития получена современная вакуумная индукционная печь ВИП-0,60, позволяющая выплавлять прецизионные сплавы на основе Fe, Ni, Co и Ti. Также планируется закупка вакуумной индукционной печи с холодным тиглем, позволяющей выплавлять сложнотермические сплавы на основе Ti и других тугоплавких и высоко-

Основные задачи проекта:

- развитие инновационной инфраструктуры высокотехнологичных отраслей на базе НИТУ «МИСиС»;
- развитие интеграции науки и образования, создание инновационных образовательных программ;
- создание конкурентоспособных технологий выплавки и рафинирования сталей и сплавов;
- восполнение затрат на приобретаемое оборудование.

Цель проекта разбита на три составляющие: научную, образовательную и производственную.

Научная часть подразумевает разработку технологий производства новых сталей и сплавов. В образовательную часть входят создание магистерских программ, выпуск лабораторных практикумов и учебных пособий, а также, разработка тренажеров и повышение квалификации работников предприятий. Производственная часть – это создание научно-производственного центра, оснащенного линейкой современного плавильного оборудования и приборами оперативного аналитического контроля для выпуска мелких партий высококачественных сталей и сплавов.

Для решения поставленных целей на участке центра спецэлектрометаллургии, расположенном на УНПБ «Теплый Стан», установлено плавильное оборудование, позволяющее выплавлять стали и сплавы специального назначения. На этом оборудовании проводятся лабораторные и экспериментальные плавки.

В ходе выполнения проекта зарегистрировано малое инновационное предприятие ООО НТК «БСК». Полученные результаты проекта найдут свое применение на предприятиях оборонной, космической и медицинской промышленности, таких как: Российский федеральный ядерный центр «ВНИИФЭ», ММПП ФНПЦ «Салют», ОАО «Плутон», НПО «Сатурн», ОАО «Уральская сталь». ♦

активных металлов. Используя новейшие технологии («Белая металлургия»), НТК «БСК» планирует разрушить один из наиболее устойчивых в прошлом стереотипов о том, что металлургическое производство никак не может ассоциироваться с чистой одеждой и белым цветом, а традиционно относится к «черным», грязным производствам.

Наноструктурированные постоянные магниты

Александр Савченко
доцент, к. ф.-м. н.

Кафедра физического
материаловедения

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПРИНЦИПОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ Nd-Fe-B МАГНИТОВ, С ПОЛУЧЕНИЕМ УЛЬТРАМЕЛКОГО ЗЕРНА И НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕЖЗЕРЕННЫХ ПРОСЛОЕК, ОБОГАЩЕННЫХ Dy, Tb И ДРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



Разработаны две группы сплавов с редкоземельными металлами и способы получения на их основе двух типов магнитов: высокоэнергетических магнитов с $(BH)_{\max}$ 360 кДж/м³ и высококоэрцитивных магнитов с $H_{ci} \geq 2$ МА/м. Применение метода смесей позволило существенно уменьшить необходи-

мость работы было выполнение комплекса материаловедческих исследований, направленных на разработку новых композиций сплавов с редкоземельными металлами, а также технологических способов получения наноструктурированных магнитов с высокими гистерезисными характеристиками. Для достижения цели решались задачи: i) разработка высокоэнергетических магнитов с максимальной магнитной энергией $(BH)_{\max}$ 360 кДж/м³ и высококоэрцитивных магнитов с коэрцитивной силой $H_{ci} \geq 2$ МА/м; ii) подготовка высококвалифицированных специалистов из числа студентов и аспирантов МИСиС и закрепление их в сфере науки и образования; iii) интеграция МИСиС в мировую науку (заключен договор о сотрудничестве в области постоянных магнитов с «Vysoka skola banska – Technical University of Ostrava»), iv) установление деловых связей с предприятиями и научных контактов с ведущими учеными (заключен договор о сотрудничестве в области постоянных магнитов с ООО «РИТЭК-ИТЦ», приглашен для прочтения лекции в МИСиС крупнейший магнитчик из США проф., докт. Дж. Хаджипанайс).

При выполнении проекта были применены новые технологии: разработка новых приемов выплавки и кристаллизации основного сплава и сплавов-добавок; разработка способов получения однородной смеси порошков и их диспергирования; выбор среды измельчения в мельнице и схемы прессования порошка в магнитном поле, выбор атмосферы и температурных режимов уплотнения/спекания прессзаготовок, оптимизация режимов заключительной термической обработки магнитов для получения максимально высокой коэрцитивной силы.

Разработанные сплавы предназначены для использования в высокотехнологичных приборах и устройствах, работающих в условиях высоких размагничивающих полей и повышенных температур, для авиационно-космической техники, атомной энергетики, электротехнической и электронной промышленности, медицинской техники. ♦

мое количество дорогостоящих редкоземельных добавок (Dy и Tb) при улучшении свойств магнитов. Таким образом, применение разработанной технологии дает возможность достичь значительного экономического эффекта и удешевить производимые NdFeB магниты.

Наномодифицированный алмазный инструмент

Николай Полушин
доцент, к. т. н.

Научно-исследовательская лаборатория сверхтвердых материалов

Евгений Левашов
профессор, д. т. н.

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

СОЗДАНО ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — МОДИФИЦИРОВАНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ СВЯЗКИ АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ КАМНЕОБРАБОТКИ, СТРОЙИНДУСТРИИ, ОБРАБОТКИ ОГНЕУПОРОВ

Цели проекта – развитие мирового приоритета МИСиС в области наноструктурированных и дисперсно-упрочненных наночастицами алмазосодержащих и других сверхтвердых материалов с освоением высокорентабельного производства инструмента, получение новых фундаментальных знаний в области объемных наноструктурированных керамических и металлокерамических материалов и включение их в учебные программы подготовки бакалавров, магистров, специалистов высшей квалификации, привлечение талантливой молодежи к участию в перспективных исследованиях по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалов» и коммерциализации разработок, включая серийное производство продукции наноиндустрии.

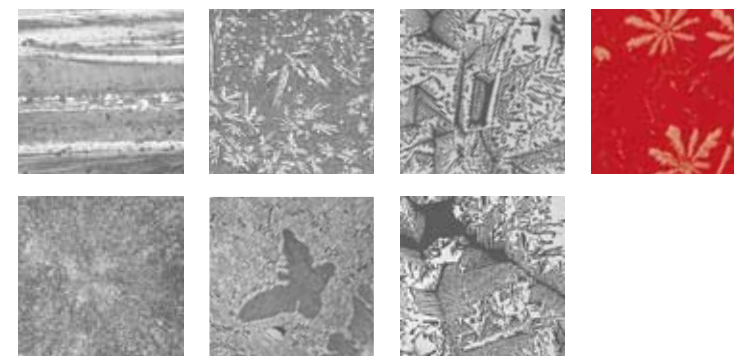
Пути достижения целей:

- доработка технологий до уровня готовности к производству;
- закупка, пуско-наладка, технологическое освоение недостающего оборудования и создание новых рабочих мест;
- подготовка специалистов, бакалавров и магистров по направлению НИОКР для развития и реализации технологий.

Основные результаты:

- коммерциализация и организация серийных производств по выпуску инструмента из СТМ;
- привлечение средств инвесторов, в том числе продажа лицензий;
- создание современной исследовательской инфраструктуры для успешного участия в российских и международных программах и грантах по созданию перспективных СТМ и изделий на их основе;
- выход на самоокупаемость.

В ходе выполнения проекта было создано принципиально новое научное направление – модифицирование нанодисперсными компонентами связки алмазного инструмента для камнеобработки, стройиндустрии, обработки огнеупоров. Значительный рост производительности и двукратное увеличение срока службы алмазного инструмента достигаются за счет введения в состав металлической матрицы нанодисперсных порошковых материалов. Разработаны новые разновидности инструмента из наномодифицированных алмазных поликристаллов с уникальной стойкостью к абразивному износу: струеформирующие сопла, резцовые вставки, выглаживатели, опоры, буровые коронки. ♦



69

Институты и филиалы НИТУ «МИСиС»

Высокий статус национального исследовательского университета еще раз подтверждает качество и эффективность научной и образовательной деятельности, которая обеспечивает квалифицированными кадрами высокотехнологичные отрасли экономики – с одной стороны, и создает передовые научные разработки по приоритетным для страны направлениям – с другой.

Институт новых материалов и нанотехнологий

Сергей Калошкин
профессор, д. ф.-м. н.

Директор института



Основные научные направления института охватывают широкий спектр материаловедческих задач начиная от фундаментальных первопринципных расчетов структуры и энергии образования новых фаз и заканчивая прикладными вопросами создания материалов для, например, ядерной энергетики. В соответствии с направлениями работы кафедр можно выделить следующие темы: технология получения и свойства наноструктурных и нанодисперсных материалов; материалы и технологии создания электронной компонентной базы; биосовместимые материалы и покрытия; физика и химия аморфных и квазикристаллических материалов; композиционные материалы и покрытия; сверхтвердые материалы; материалы для атомной и водородной энергетики.

В состав института входят 10 кафедр, включая базовую кафедру на НПП «Квант», 6 научно-исследовательских лабораторий и центров и 2 межкафедральные лаборатории. В 2011 году была существенно модернизирована материально-техническая база межкафедральной лаборатории «Нanomатериалы», в составе которой появился Центр механических испытаний Instron, создан Учебно-научный центр «Международная школа микрокопии».

Практически по всем направлениям подготовки ведется прием в магистратуру ИНМиН. Кафедра теоретической физики подготовила англоязычную магистерскую программу «Quantum Physics for Advanced Materials Engineering». По заказу ОАО «Роснано» подготовлены и реализованы 2 целевые магистерские программы: «Нанодиагностика, метрология, стандартизация и сертификация продукции нанотехнологий и нанодустрии», МИСиС-МФТИ, и «Наногетероструктурные солнечные элементы на основе GaAs», МИСиС-«Квант».

Особое внимание уделялось работам в области наноматериалов и нанотехнологий: электронная структура и транспортные свойства углеродных нанотрубок, компьютерное моделирование некристаллических веществ и наносистем, разработка детекторов ядерного излучения, теоретический анализ и численное моделирование квантовых точек и квантовых ям, свойства сцинтилляционных наноструктурных материалов и другие. Коллективами накоплен большой опыт по получению и исследованию самых различных наноматериалов. К ним относятся: наноразмерные порошки металлов и керамики, наноструктурные порошковые и массивные композиты, ферриты с особыми физическими свойствами, нанопористые каталитические мембраны, материалы для топливных элементов, сверхизносостойкие ионно-плазменные покрытия для режущего

инструмента. Активно разрабатываются новые технологии создания наноматериалов и способы управления их физико-химическими характеристиками.

Все проводимые теоретические и прикладные исследования проводятся в тесном взаимодействии с профильными научными и коммерческими организациями – как отечественными, так и зарубежными. Объем НИОКР, проводимых ИНМиН по заказам коммерческих организаций, превысил 50 млн. руб. К числу крупнейших заказчиков и партнеров относятся ГК «Росатом», ОАО «Роснано», ОАО «Северсталь», ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть», ОАО «ФПК» и многие другие.

По результатам научной деятельности ИНМиН в 2011 году опубликовано более 500 работ, в том числе 143 из них входят в базу Web of Science. Сотрудники института приняли участие более чем в 50 международных и российских научных конференциях, коллективами института проведено более сотни НИР суммарным объемом 270 млн руб. ♦

СОЧЕТАНИЕ
ЭНТУЗИАЗМА МОЛОДЫХ,
ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО
НАУЧНОГО
ОПЫТА И САМОГО
СОВРЕМЕННОГО
ОСНАЩЕНИЯ
ОПРЕДЕЛЯЕТ ЛИДЕРСТВО
ИНМИН В НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ



Направления подготовки бакалавров:

- материаловедение и технология материалов;
- физика;
- электроника; и наноэлектроника;
- нанотехнология и микросистемная техника;
- наноматериалы.

В ИНМиН в 2011 году активно проводились исследования широкого спектра конструкционных материалов - сталей и сплавов для использования в атомной энергетике, авиационно-космической технике, автомобилестроении; композитов различного назначения. Активно использовались современные технологии механической, термической, химико-термической обработки, широко привлекались различные методы моделирования процессов деформации и разрушения, автоматизированные средства для анализа структур, новые методы неразру-

шающего мониторинга состояния материалов. В области полупроводниковых материалов актуальными направлениями исследований были: детекторы ядерного излучения на основе арсенида галлия и кремния, гетероэпитаксиальные структуры на основе нитрида галлия, тонкие нанокристаллические пленки ниобата лития для применения в нанооптике и нанофотонике, термоэлектрические материалы для анизотропных термоэлементов приемников тепловых потоков; высокоэффективные светодиоды на основе гетероструктур; акустические фильтры и др.

Институт экотехнологий и инжиниринга

Андрей Травянов
доцент к. т. н.

Директор института



**Подготовка бакалавров
ведется по следующим
направлениям:**

- металлургия;
- управление в технических системах;
- управление качеством
- стандартизация и метрология;
- техносферная безопасность;
- торговое дело (коммерция);
- технология художественной обработки материалов.

На сегодняшний день в ЭкоТех сконцентрированы ведущие специалисты во всех областях металлургии. Сегодня основное направление деятельности научного комплекса ЭкоТех – это реализация масштабных инновационных проектов по прорывным направлениям науки, направленных на модернизацию действующих и создание новых высокотехнологичных производств на базе новейших технологий и оборудования. Особое внимание уделяется реализации проектов в рамках частно-государственного партнерства. В 2011 г. реализовывались 2 крупных проекта в рамках Постановления Правительства №218.

В состав института входят 13 кафедр, 5 научно-исследовательских лабораторий и центров. На территории УНПБ «Теплый стан» формируется мощный опытно-промышленный кластер, ориентированный на проведение внедренческих работ для промышленных предприятий по отработке технологии с получением опытных образцов продукции. Данный кластер состоит из 4 учебно-производственных комплекса по следующим направлениям:

- литейное производство;
- металлургические технологии;
- энергоэффективные процессы и оборудование;
- обработка металлов давлением.

Подготовка магистров ведется по направлению 150400 – «Металлургия». Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий подготовила англоязычную магистерскую программу Multicomponent nanostructured coatings. Nanofilms.

В 2011 г. в ЭкоТех были проведены работы по повышению квалификации для руководства и ведущих специалистов таких компаний, как ОАО «Северсталь», ОАО «Русал» Холдинга «Металлоинвест» и др.

По результатам научной деятельности ЭкоТех в 2011 году опубликовано более 900 работ, в том числе 122 из них входят в базу Web of Science. Сотрудники института приняли участие более чем в 50 международных и российских научных конференциях, коллективами института проведено НИОКР, суммарным объемом которых составил 369 млн.руб.

В 2011 году в ЭкоТех проводились 3 масштабных работы с объемом финансирования 100 млн руб. и более. Две работы на общую сумму 250 млн. руб. ориентированы на разработку и внедрение новых литейных технологий для производства литых деталей для перспективных газотурбинных двигателей, УК «ОДК» по созданию на базе ОАО «УМПО», центра техноло-

гической компетенции в области алюминиевого и титанового литья. Одна работа на сумму 160 млн. руб. направлена на разработку и внедрение на ОАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск» энергоэффективных технологий и термического оборудования для производства комплектующих для атомной энергетики в интересах ОАО «Росатом». В результате выполнения работы ожидается снижение энергозатрат не менее, чем на 30%.

Подразделениями ЭкоТех проводились активные исследования в области создания новых ресурсосберегающих технологий, в том числе в области переработки природного и техногенного минерального сырья, биоинженерии в обогащении, снижения энергоемкости металлургических процессов и повышения качества спецсталей и сталей, особо чистых по примесям, металлургии тяжелых, легких, редких и благородных металлов, создания уникальных аккумуляторов на базе литий-ионных источников тока, обработки металлов давлением, в том числе для трубной промышленности.

Интенсивные исследования проводились в области создания наноструктурированных сплавов на основе легких металлов, используемых в аэрокосмической отрасли, сплавов с памятью формы нового поколения на основе системы Ti-Nb-Ta (Zr) для изготовления медицинских имплантов, разработки и синтеза конструкционных и инструментальных, металлических, керамических и метало-керамических материалов и покрытий, дисперсионно-твердеющих керамик, сплавов дисперсно-упрочненных наночастицами. Изучается кинетика и механизм формирования наноструктурных тонких пленок и покрытий, полученных методами магнетронного напыления, ионной имплантации, импульсного лазерного осаждения, импульсного электроискрового упрочнения, термореакционного электроискрового упрочнения.

Объем НИОКР, проводимых ЭкоТех по заказам коммерческих организаций превысил 85 млн руб. ♦

**СЕГОДНЯ ЭКОТЕХ –
МОЩНЫЙ НАУЧНЫЙ
КОМПЛЕКС, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ
НА РАЗРАБОТКУ
ПРОРЫВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И РЕАЛИЗАЦИЮ
МАСШТАБНЫХ
ПРОЕКТОВ ПО СОЗДАНИЮ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**



Основные научные направления института охватывают широкий спектр задач в области металлургии и материаловедения, начиная от фундаментальных исследований механизмов металлургических процессов, создания новых материалов с заданными свойствами, обработки материалов методами пластической деформации, литейных процессов и др. и заканчивая прикладными работами, ориентированными на внедрение в производство высокоэффективных технологических процессов.

Работы, проводимые кафедрами, многогранны и включают следующие направления:

- комплексные технологии обогащения руд черных и цветных металлов;
- высокоэффективные технологии в металлургии цветных, редких и благородных металлов;
- ресурсосберегающие технологии получения чугуна, стали и ферросплавов;
- новые сплавы цветных металлов, физическое моделирование термомеханических процессов;
- энергоэффективные технологии и термическое оборудование на металлургических предприятиях;
- новые технологии порошковой металлургии и функциональных покрытий;
- компьютерные литейные технологии при производстве высокоточных сложноразъемных деталей;
- технологии пластической деформации металлов;
- эффективная утилизация промышленных и бытовых отходов.

Институт информационных технологий и автоматизированных систем управления

Евгений Калашников
доцент, к. т. н.

Директор института

Подготовка бакалавров, магистров и кадров высшей квалификации с компетенциями, соответствующими современному уровню развития ИКТ и востребованных на рынке труда.

Направления подготовки специалистов:

- автоматизация технологических процессов и производств;
- информатика и вычислительная техника;
- информационные системы и технологии;
- прикладная информатика;
- прикладная математика.

Направлением работы института является область, известная как «Computer Science». На сегодняшний день наиболее приоритетными являются следующие направления исследований: 1) оптимизационные методы анализа, управления и визуализации состояния сложных социально-экономических и производственных систем; 2) интеллектуальные и когнитивные технологии анализа числовых и текстовых данных; 3) многофункциональные компьютерные обучающие системы и тренажерные комплексы; 4) энергосберегающие технологии и энергоэффективность.

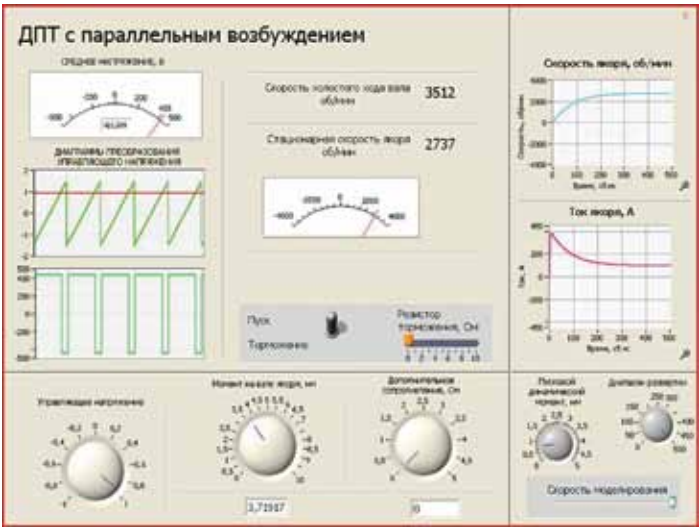
В рамках первого направления исследований ведутся активные работы с использованием методов анализа иерархий и анализа среды функционирования и представлением социально-экономических или производственных систем в виде сечений многомерных множеств двух- и трёхмерными аффинными подпространствами.

Второе направление представляет собой перспективные исследования в области математической и компьютерной лингвистики, результаты которых находят применение в поисковых машинах и экспертных системах.

В рамках направления «Многофункциональные компьютерные обучающие системы и тренажерные комплексы» разрабатываются компьютерно-тренировочные системы для обучения оперативно-технологического персонала металлургических предприятий навыкам управления агрегатами в различных режимах работы.

Работы в сфере энергосберегающих технологий и энергоэффективности связаны с исследованиями в области тепловизионного контроля состояния объектов ЖКХ и проектированием энергосберегающих режимов управления установками и приводами.

В состав института входят пять выпускающих кафедр: «Автоматизированных систем управления», «Инженерной кибернетики», «Компьютерных и управляющих систем автоматики», «Электротехники и микропроцессорной электроники», «Инженерной графики и дизайна», учебно-вычислительный центр, оснащенный тонкими клиентами, подключенными к суперкомпьютеру, и экзаменационный центр.



Компьютерный тренажерный комплекс «Энергосберегающие электропривод и электрооборудование»

В 2011 г. открыт ситуационный центр для исследования сложных систем. В рамках деятельности центра подготовлено 6 статей в области «Operations Research», принятых к печати в журналах входящих в WOS, получен 1 грант.

Сотрудники института выполняли исследования при поддержке фондов РФФИ и РГНФ, а также совместные с Управлением науки исследования по теме «Создание базы знаний по тематическому направлению деятельности национальной нанотехнологической сети «Конструкционные наноматериалы». Создана база данных «Языки мира». Разработаны два компьютерных тренажерных комплекса: «Холодная прокатка стали»; «Энергосберегающие электропривод и электрооборудование». ♦

УНИКАЛЬНАЯ
ВОЗМОЖНОСТЬ
РАБОТЫ НА СТЫКЕ
COMPUTER SCIENCE
И ТЕХНОЛОГИЙ



Выпускники 2011 г. успешно трудоустроены в ведущих компаниях отрасли, таких как Яндекс, Газавтоматика, Cognitive Technologies и др.

В рамках научной работы института ведется подготовка кадров высшей квалификации. Действует диссертационный совет, осуществляющий защиту диссертаций по специально-

стям: 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» и 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами». В 2011 г. в совете проведена 1 защита диссертации соискание ученой степени доктора технических наук и 8 защит диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Институт экономики и управления промышленными предприятиями

Владимир Роменец
профессор, д. т. н.

Директор института



В состав института входят:

- кафедра экономической теории (ЭТ);
- кафедра прикладной экономики (ПЭ);
- кафедра промышленного менеджмента (ПМ);
- кафедра бизнес-информатики и систем управления производством (БИСУП);
- научно-исследовательский центр технологического прогнозирования (НИЦ ТП);
- центр новых технологий в образовании (ЦНТОТ), включая систему антиплагиата;
- межкафедральная учебная лаборатория (МКУЛ);
- центр второго экономического образования (ЦВЭО).

Институт создан в 2010 году по инициативе ректора проф. Ливанова Д. В. Обучение осуществляется по направлениям: экономика, менеджмент и бизнес-информатика. Научная деятельность института развивается в двух основных направлениях. Первое направление объединяет результаты работы сотрудников в составе ряда научных школ. Базовым научным подразделением института является Научно-исследовательский центр технологического прогнозирования (рук. проф. Бринза В. В.). Объем финансирования 6,9 млн. рублей.

Кафедра БИСУП в 2011 г. за счет гранта в размере 5 млн. руб. внедрила учебно-тренировочный комплекс «Управление бизнес-процессами предприятия средствами ERP-системы». Общая сумма хозяйственных работ кафедры в 2011 г. составила 6,3 млн. руб.

В 2011 г. заключен хозяйственный договор на сумму 3 млн. руб. между кафедрой ПЭ и компанией «Металлоинвест», который будет выполняться в течение 3 лет.

Развивается взаимодействие с технологическими кафедрами университета (кафедра цветных металлов и золота привлекает сотрудников кафедры ПЭ к выполнению хозяйственной тематики).

В 2011 году в институте выполнено научно-исследовательских работ на общую сумму 13,2 млн. рублей.

Кафедра ПМ совместно с компанией «Агитплан» подготовила концепцию магистерской программы «Инжиниринг промышленных систем».

В 2011 г. в Центре новых технологий в образовании в рамках существующей системы дистанционного обучения внедрена программа самостоятельной работы студентов по индивидуальным траекториям.

Преподавателями института подготовлено и опубликовано 46 внутривузовских учебных пособий.

При институте действует диссертационный совет по защита докторских и кандидатских диссертаций (в 2011 г. сотрудниками института защищены 4 кандидатских и 1 докторская диссертации); выпускается рецензируемый журнал «Экономика в промышленности», входящий в список рекомендуемых ВАКом изданий.

С целью усиления подготовки экономистов для промышленных предприятий в 2011 г. Объединенная металлургическая компания выделила институту грант в размере 3 млн. руб.

Вторым важнейшим научным направлением деятельности института является непрерывная научная работа студентов (НРС). НРС осуществляется как непосредственно в процессе обучения, так и в рамках выполняемых в подразделениях НИР. Производственные практики обеспечивают исходными данными исследовательские и дипломные работы.

Полученные результаты докладываются на студенческой конференции «Дни науки МИСиС» и публикуются.

Кафедры ПЭ и ПМ организуют ежегодные международные студенческие практики и участие молодых ученых в международных конференциях на базе Краковской горно-металлургической академии (Польша) и Остравского горно-металлургического университета (Чехия).

Кафедра ЭТ ежегодно совместно с МОО «Гильдия финансистов» и Молодежным Центром изучения Финансовых Операций организует день финансиста в НИТУ «МИСиС». ♦

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ С НАПРАВЛЕННОСТЬЮ НА УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ СЕРЬЕЗНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ



Результаты 2011 года:

- объем поступающих коммерческих средств в институт – 52 млн. руб.;
- в т. ч. НИОКР – 13,2 млн. руб.;
- количество НИОКР – 9;
- количество защищенных диссертаций – 5;
- количество основных публикаций – 236;
- количество учебников и монографий – 12;
- публикации в журналах ВАК – 49;
- участие в конференциях – 77.

В 2011 г. в институте успешно развивалась научно-исследовательская работа, общий объем финансирования которой вырос на 70%. Полученные научные результаты отражены в 236 основных публикациях и 5 диссертациях, защищенных сотрудниками института. Наиболее весомым результатом следует считать внедрение учебно-тренировочного комплекса «Управление бизнес-процессами предприятия средствами ERP-системы» за счет средств гранта в размере 5 млн.руб. (каф. БИСУП).

Внедрена программа самостоятельной работы студентов по индивидуальным траекториям (ЦНТОТ совместно с кафедрами). Подготовлена концепция магистерской программы «Инжиниринг промышленных систем» (каф. ПМ). Успешно развивалась непрерывная научная работа студентов, которые в 2011 г. награждены 5 дипломами и 7 грамотами, имеют 250 публикаций. Выпускники института успешно трудоустраиваются.

Институт базового образования

Дмитрий Капуткин
профессор, д. т. н.

Директор института

В реализации проекта в рамках программы Департамента образования г. Москвы приняло участие около половины сотрудников ИБО, разработавших более 1 тыс. научно-информационных и научно-образовательных материалов, которые легли в основу уникального научно-образовательного Форума на сайте МИСиС.

Традиционно ИБО является лидером в разработке методических материалов и освоении информационно-коммуникационных технологий: создано 26 учебных программ по новым для МИСиС направлениям подготовки, подготовлен один УМКД, в виртуальный образовательный сайт «МИСиС-СИТИ» погружены учебно-методические материалы, видеоролики, система тестирования практически для всех основных учебных курсов, позволяющие использовать электронную форму обучения.

В состав института входят 6 кафедр: «Русского и иностранного языков и литературы», «Физики», «Общей и неорганической химии», «Математики», «Социальных наук и технологий» и «Физической культуры и здоровья».

Силами сотрудников кафедр в 2011 г. велись научные изыскания более чем в 15 научных направлениях и научно-методическая работа по 34 базовым образовательным дисциплинам.

В 2011 году на кафедрах ИБО наиболее приоритетными были следующие направления исследований:

- «Ультразвук твердого тела» – впервые установлено, что ультразвуковое воздействие приводит к деградации спектральных, яркостных и вольтамперных характеристик промышленных светодиодов и светоизлучающих гетероструктур на основе AlGaInN, и разработан метод ультразвуковой диагностики выявления потенциально ненадежных светоизлучающих структур и светоизлучающих диодов.
- «Функциональный анализ и дифференциальные уравнения в приложении к материаловедческой тематике».
- «Разработка технологической схемы извлечения редкоземельных элементов из шлаков восстановительной плавки оловянного концентрата».
- «Проблема безопасности в ракурсе политической глобалистики».
- «Философия информации и становление информационной культуры».
- «Использование фреймовой модели представления знаний как метода в лингвистических исследованиях».

Особое место в научно-образовательной деятельности в 2011 г. занял проект, связанный с разработкой научно-информационных (НИМ) и научно-образовательных материалов (НОМ), выполненный по заказу Ассоциации московских вузов в рамках программы Департамента образования г. Москвы по оказанию образовательных услуг учащимся различного уровня, повышению квалификации преподавателей средних и высших учебных заведений.

За 2011 г. преподавателями ИБО было выпущено 3 монографии, получен 1 патент, защищена 1 кандидатская диссертация, напечатано 76 научных и 28 методических статей, в т.ч. 23 публикаций – в рецензируемых научных журналах, принято участие в 27 научных и научно-методических конференциях, издано 11 учебно-методических пособий с грифами МОН и УМО, два из которых удостоены диплома «Лауреат 1-й степени Первого Всероссийского конкурса Научно-методического совета по математике Министерства образования и науки Российской Федерации «Лучшее учебное издание по математике» в номинации: Математика в технических вузах».

Являющаяся выпускающей кафедра РИЯЛ свои научные интересы сосредоточивает на разработке оптимальной модели обучения английскому языку на основе многолетних исследований в области формирования профессиональной компетентности преподавателя, методики преподавания иностранных языков, лексикографии, стилистики, когнитивной лингвистики и лингводидактики. ♦

РАЗНООБРАЗИЕ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ,
ГУМАНИТАРНЫХ
И НАУЧНО-
МЕТОДИЧЕСКИХ
ИНТЕРЕСОВ
СОТРУДНИКОВ ИБО
ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ
ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ
КВАЛИФИКАЦИИ
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ
И, СЛЕДОВАТЕЛЬНО,
КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ
СТУДЕНТОВ



Научные интересы сотрудников ИБО сосредоточены в области разработки методик обучения студентов и повышения квалификации преподавателей естественно-научных и гуманитарных дисциплин, а также физики, математики, химии,

в приложении к материалам и технологическим процессам их получения. Кроме этого, в ИБО проводятся исследования гуманитарного характера, относящиеся к науковедческой, культурологической и лингвистической проблематике.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова

Алевтина Черникова
профессор, д. э. н.

Директор филиала



Институт готовит специалистов и научные кадры в области машиностроения, металлургии, экономики, управления, электротехники, автоматизации, информатики и вычислительной техники с высоким уровнем профессиональной и социальной компетентности для ведущих предприятий России.

Старооскольский технологический институт является одним из ведущих научно-образовательных центров Белгородской области в области металлургии и машиностроения. В 2011 г. преподавателями института были защищены 2 докторские и 9 кандидатских диссертаций. Победителями в конкурсе «У.М.Н.И.К.» были признаны 5 молодых ученых института. Проведены 4 всероссийские конференции с международным участием, в которых приняло участие более 2400 человек. Сотрудниками института опубликовано 752 научных статьи, получено 4 патента, 1 авторское свидетельство и более 50 дипломов различных выставок.

В 2011 году учеными института было выполнено более 25 хозяйственных работ, предложенных предприятиями и организациями Белгородской области. Объем НИОКР за год составил более 11 млн. руб., большая часть из которых выполнена в области черной металлургии, атомной промышленности и ресурсосберегающих технологий.

Кафедра металлургии и металловедения (зав. каф., д.т.н., проф. Меркер Э.Э.):

- повышение эффективности тепловой работы вращающихся печей для ОАО «ОЭМК»;
- исследование и разработка метода неразрушающего контроля качества литых шлаковых чаш ОАО «ОЭМК»;
- теплоэнергетический анализ работы туннельных печей и сушильных агрегатов с целью снижения энергоемкости производства кирпича и санитарно-керамических изделий для ООО «ОСМиБТ».

Кафедра прикладной механики (зав.каф., к.т.н., проф. Авдеев В.И.): проведение расчетов на прочность и сейсмостойкость технологического оборудования АЭС для целого ряда организаций (ООО «Машимпекс», ООО «Энергомашпроект», ОАО «Атомтехэнерго» Калининской АЭС).

Кафедра АИСУ (зав.каф., д.т.н., проф. Еременко Ю.И.): разработка методов построения АСУ слабоформализуемыми технологическими объектами на основе синтеза нейросетевой поведенческой модели оператора (заказчик ОАО «ОЭМК»). Один



Проект строящегося главного корпуса СТИ НИТУ «МИСиС» г. Ст. Оскол

из исполнителей данной работы – Халапян С.Ю. – награжден дипломом конкурса научных работ ИПУ РАН.

Кафедра ТОММ (зав.каф., к.т.н., доцент Карнаев): совместно с НИТУ «МИСиС» продолжена разработка технологии и оборудования упрочнения рабочей поверхности инструмента (калибров валков стана 350) методом электроискрового легирования для ОАО «ОЭМК» (руководитель работы – к. т. н., Абсатаров С.Х.).

Коллектив института провел ряд работ в рамках государственного финансирования. В 2011 г. получен грант Министерства образования и науки РФ на выполнение проекта «Разработка методов построения аппаратно-программного комплекса динамической оптимизации параметров линейных регуляторов для управления нелинейными объектами». Один из исполнителей проекта – Полещенко Д.А. – награжден дипломом конкурса научных работ ИПУ РАН.

На кафедре химии продолжается работа по исследованию механизма взаимодействия фуллеренов с синтетическими каучуками с целью повышения качества изделий на их основе (руководитель работы – к. х. н., доцент Чичварин А.В.).

Разработана технология утилизации отходов производства прямого восстановления железа (руководители работ – к. т. н., профессор Крахт Л.Н., к. т. н., проф. Тимофеева А.С.), по которой получен патент на изобретение.

Институт имеет лицензию и аттестованных специалистов на осуществление деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности на опасных производственных объектах. ♦

ТЕСНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ИНСТИТУТА С ПРЕДПРИЯТИЯМИ ХОЛДИНГА «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВОВЛЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ В ПРАКТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАЧИНАЯ С МЛАДШИХ КУРСОВ



Старооскольский технологический институт стремится создать оптимальные условия для развития прикладной науки на своей площадке, а также организации взаимодействия с бизнес-сообществом.

Новотроицкий филиал ННТУ «МИСиС»

Алексей Заводяный
к.т.н.

Директор филиала



Новотроицкий филиал МИСиС является единственным высшим учебным заведением в Оренбургской области, осуществляющим подготовку специалистов металлургической направленности.

НФ ННТУ «МИСиС» ведет подготовку инженеров по 5 специальностям и бакалавров по 8 направлениям. Основные направления подготовки, реализуемые в Новотроицком филиале: «Металлургия», «Технологические машины и оборудование», «Электроэнергетика и электротехника», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Прикладная информатика».

Высокий уровень подготовки выпускников филиала гарантирует их востребованность на промышленных предприятиях. Выпускники НФ ННТУ «МИСиС» успешно работают на таких крупных металлургических предприятиях, как «Уральская Сталь», «Северсталь», «ММК», «Тулачермет», «МЕЧЕЛ», «ОРМЕТО-ЮУМЗ», «Южуралникель» и др.

В составе Новотроицкого филиала три факультета: металлургических технологий, экономики и информатики и факультет заочного обучения. Подготовку специалистов осуществляют 5 выпускающих кафедр. В филиале действуют 20 специализированных лабораторий, оснащенных современным оборудованием и приборами, что является хорошей базой для учебы и научной работы студентов и преподавателей НФ ННТУ «МИСиС».

Основные научные направления:

- На кафедре металлургических технологий ведутся научные разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки минеральных ресурсов Орско-халиловского рудного района и техногенных отходов металлургических производств. Другим направлением научной работы кафедры является разработка методик управления технологическими процессами выплавки чугуна и стали с заданным содержанием вредных примесей на всех этапах металлургического передела от окискования до разлива стали.
- Основным научным направлением кафедры оборудования металлургических производств (заведующий кафедрой – Нефедов А.В., к.п.н., доцент) является разработка и исследование фрикционного привода вращения технологических агрегатов барабанного типа.
- На кафедре прикладной информатики и управляющих систем автоматики (заведующий кафедрой – Басков С.Н., к.т.н., доцент) ведутся разработки устройств плавного пуска электродвигателей переменного тока с векторно-импульсным управлением в электроприводах с повышенным пусковым моментом.

- Основным научным направлением, развиваемым на кафедре гуманитарных и социально-экономических наук (заведующая кафедрой – Яскевич Л.В., к.ф.н., доцент), является формирование рыночных стратегий развития металлургических предприятий.

За 2011 год сотрудниками филиала опубликовано 8 учебных пособий, 41 научная статья, 2 монографии. В рамках «Дней науки» проведены 7-ая Межрегиональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и производство Урала», а также 5 студенческих олимпиад. По результатам работы конференции опубликован сборник трудов, в который вошло 16 научных работ с участием студентов. ♦

**РЕАЛИЗАЦИЯ
ВОСТРЕБОВАННЫХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ ПОЗВОЛИЛО
В 2011 ГОДУ ДОБИТЬСЯ
100% ТРУДОУСТРОЙСТВА
ВЫПУСКНИКОВ
ФИЛИАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**



Восточное Оренбуржье – один из основных металлургических и машиностроительных центров Урала, развитие которых, направленное на внедрение современных достижений науки и техники, является приоритетной задачей РФ

НФ ННТУ «МИСиС» готовит высококвалифицированных инженеров металлургов и машиностроителей для промышленных предприятий Южного Урала, конкурентоспособных на рынке труда, свободно владеющих своей профессией и ориентированных в смежных областях деятельности, способных к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готовых к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Активное сотрудничество филиала с промышленными предприятиями в научной сфере выразилось в реализации ряда научно-исследовательских работ, наиболее значимыми из которых являются:

- «Изучение природы возникновения дефектов слябовой непрерывнолитой заготовки МНЛЗ-2 и разработка рекомендаций по их устранению», заказчик – ОАО «Уральская Сталь», Новотроицк.
- «Исследование возможности применения бентонитовой глины Воскресенского месторождения для производства железорудных окатышей из концентрата МГОКа», заказчик – ООО «Глина», Новотроицк.

Электростальский политехнический институт

Игорь Вольшонок
доцент, к. т. н.

Директор института



**В настоящее время институт
осуществляет подготовку
бакалавров по следующим
направлениям:**

- металлургия;
- конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств;
- автоматизация технологических процессов и производств;
- машиностроение;
- экономика;
- менеджмент;
- прикладная информатика в экономике;
- строительство;
- техносферная безопасность.

Институт включает в себя 4 факультета, 15 кафедр по направлениям подготовки, центр отбора и подготовки, центр дополнительного профессионального образования, 5 отделов, подразделения социальной инфраструктуры. В 2011 г. в структуре института создан научно-информационный отдел, в составе которого – инновационный центр, студенческо-конструкторская лаборатория и два сектора.

Основные научные направления института – прочность и пластичность металлов и сплавов, теория систем автоматического управления, производство труб, сталь, механические свойства твердых тел, мониторинг безопасности и экологичности среды обитания. Области научных исследований определены специализацией кафедр.

На кафедре металлургии (зав. кафедрой – Зальцман Э.С.) разрабатываются методы исследования температурных режимов при остывании отливок. Созданы и совершенствуются технологии получения новых сортов чугуна с шаровидным графитом. Разработаны жаропрочные сплавы, обладающими повышенными физико-механическими характеристиками.

На кафедре технологии и оборудования прокатного производства (зав. кафедрой – Ахмедшин Р.И.) проводится анализ напряженно-деформированного состояния при обработке металлов давлением, исследование полей деформации и напряжений при ковке, протяжке, раскатке металлических изделий.

В области автоматизации технологических процессов и производств (зав. кафедрой – Трунин В.Ф.) проводятся научные исследования по тематическому плану «Синтез и упрощение робастных НЧ регуляторов многомерных систем по инженерным показателям на основе LMI подхода». По результатам работы сформулирована и решена задача синтеза регуляторов по выходу, гарантирующих одновременно заданные радиус запасов устойчивости и степень устойчивости замкнутой системы, определяющую желаемое время регулирования.

На кафедре технологии машиностроения и конструирования (зав. кафедрой – Лисовский А.В.) ведется работа по исследованию процессов формирования структуры металлических материалов для машиностроительного производства, а также в области изучения наноматериалов.

На кафедре безопасности жизнедеятельности и экологии (зав. кафедрой – Вольшонок И.З.) выполняются прикладные исследования по мониторингу уровня загрязнения окружающей природной среды в условиях деятельности промышленных предприятий г. Электросталь, Восточного Подмосковья.

На кафедре промышленного и гражданского строительства (зав. кафедрой – Писарев С.В.) проводятся НИР и ОКР по совершенствованию методик расчета строительных конструкций, исследованиям в области эффективных строительных материалов и изделий, изучению несущей способности конструкций и оценке эксплуатационной пригодности зданий и сооружений первого и второго классов ответственности. ♦

**ВЫПУСКНИКИ
ФИЛИАЛА РАБОТАЮТ
НА КРУПНЕЙШИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРОДА
И РЕГИОНА (ОАО «МЗ
«ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»,
ОАО «ЭЗТМ,
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ
ЗАВОД НАУЧНОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ,
ОАО «МСЗ»)**



В 2011 году общий объем финансирования НИОКР – 5,3 млн. руб., в т.ч. машиностроение – 0,54 млн. руб., автоматика – 0,68 млн. руб., металлургия – 0,15 млн. руб., строительство – 3,94 млн. руб. Получены 2 патента – «Размольное тело» (патент РФ 2425734 от 10.08.2011) и «Способ изготовления винтовых пластин» (патент РФ 2437747 от 27.12.2011).

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

Вера Купцова

Директор филиала

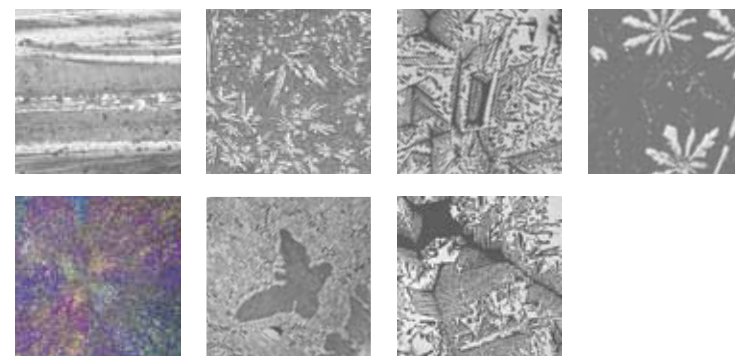


80% ВЫПУСКНИКОВ
ФИЛИАЛА УСПЕШНО
ТРУДЯТСЯ ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ,
ВХОДЯЩИХ В ЗАО
«ОБЪЕДИНЕННАЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ
КОМПАНИЯ»

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС» – одно из молодых учебных заведений города. Образованный по инициативе региональной власти и руководителей крупнейших промышленных предприятий региона в 2002 г., он в 2003 начал лицензионную деятельность. С момента создания динамичное развитие филиала обеспечивается благодаря реализации договора о сотрудничестве с администрацией Выксунского района, ЗАО «Объединенная металлургическая компания», ОАО «Выксунский металлургический завод» и другими предприятиями. МИСиС уже давно и прочно присутствует в регионе. К настоящему времени в стенах Выксунского филиала подготовлено около 300 специалистов, абсолютное большинство из которых успешно трудится на предприятиях ЗАО «ОМК».

В филиале работают кафедры «Гуманитарных и социально-экономических дисциплин», «Естественнонаучных дисциплин», «Общепрофессиональных дисциплин», а также выпускающие – кафедра «Технологии и оборудования обработки металлов давлением» и кафедра «Электрометаллургии». Филиал ведет подготовку по направлениям: «Технологические машины и оборудование» (профили: «Металлургические машины и оборудование», «Машины и агрегаты трубного производства») и «Металлургия» (профили: «Обработка металлов давлением», «Металлургия черных металлов»). Учебный процесс осуществляют 59 преподавателей, в том числе 18 с ученой степенью доктора и 19 – кандидата наук. Привлечение к обучению в филиале ведущих ученых головного вуза обеспечивает высокий научный и учебно-методический уровень подготовки специалистов. Не менее важным является их наставническая деятельность в плане подготовки и профессионального роста местных кадров профессорско-преподавательского состава. В 2011 г. доцент кафедры ТиО ОМД А.Н. Фортунатов и студент группы МО-1-06-В С.А. Калинин приняли участие в IV Научно-практической конференции молодых специалистов, проводимой под эгидой ЗАО «ОМК». 15 докладов студентов и преподавателей филиала было представлено на международных, всероссийских, региональных научно-практических конференциях.

Признание эффективности тесного сотрудничества высшего учебного заведения и предприятия-потребителя находит отражение в успешном и комплексном развитии Выксунского филиала НИТУ «МИСиС». ♦



87 Инфраструктура научных исследований

НИТУ «МИСиС» вносит значительный вклад в развитие системообразующих отраслей экономики, науки и образования России, обеспечивая наращивание базы знаний и мировой уровень научных исследований и разработок в сфере прорывных технологий путем развития университета как исследовательского центра, осуществляющего эффективную интеграцию образования и научных исследований.

Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия»

Юрий Пархоменко
профессор, д. ф.-м. н.

Директор центра

Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» создан в 1998 г. с целью эффективного использования интеллектуального потенциала и уникального экспериментального оборудования, проведения научно-исследовательских работ, как фундаментального, так и прикладного характера в области материаловедения и металлургии, обеспечения подготовки квалифицированных специалистов, научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации на уровне мировых квалификационных требований, развития научных школ по важнейшим направлениям науки и техники и для выполнения и поддержки проектов, выполняемых по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации по проектам федеральных, отраслевых и региональных программ.

В структуру центра входят лаборатории спектроскопических методов исследования, рентгеноструктурного анализа, электронной, туннельной микроскопии и механических испытаний. Основные научные направления – материаловедение наноматериалов и наносистем, материаловедение объемных материалов и тонкопленочных структур, исследования и разработка новых функциональных материалов.

По этим направлениям проведены комплексные исследования многослойных структур, в состав которых входят буферный слой на основе аморфной кремний-углеродной матрицы, слой (один или несколько), обладающий электрооптическими свойствами, и слои с переменным по толщине составом, с целью разработки научных и технологических основ синтеза новых функциональных материалов для создания широкого набора устройств микро- и нанoeлектроники и прецизионной оптики. Изучено влияние состава и технологических параметров на свойства для разработки принципиально новых алюминиевых сплавов с добавкой циркония. Проведены исследования для 38 сторонних организаций и 19 подразделений МИСиС, способствующие выполнению проектов федеральных, отраслевых и региональных программ. В 2011 г. сотрудниками центра опубликовано 52 статьи, результаты доложены на международных и национальных конференциях, подана 1 заявка на патент.

Возможности центра:

Исследования элементного, химического, фазового состава с высокой локальностью, распределения примесей по глубине, изучение структуры валентной зоны твердых тел, исследования кристаллической структуры и фазового состава, атомной структуры, качественного и количественного состава и состояния поверхности твердых тел. ♦

Межкафедральная испытательная лаборатория «Наноматериалы»

Юрий Сазонов
доцент, к. т. н.

Руководитель лаборатории

Работа лаборатории МКЛ «Наноматериалы» ИНМиН с 2008 года (год создания лаборатории) уже позволяет подвести некоторые итоги и наметить перспективы дальнейшего развития лаборатории. Опыт создания межкафедральной лаборатории «Наноматериалы» в ИНМиН удался. Вот только основные достижения – в работе лаборатории, а правильнее сказать, сотрудников лаборатории и руководства ИНМиН. Прежде всего, межкафедральная лаборатория стала «школой» для аспирантов и молодых сотрудников института.

За время существования в лаборатории работали и работают более тридцати аспирантов, многие из них уже защитили диссертации. За это время они стали квалифицированными специалистами-учеными, овладели методиками работы на оборудовании МКЛ, а это 50 единиц испытательного аналитического и 70 единиц технологического и вспомогательного оборудования.

В настоящее время лаборатория аккредитована в Российской и международной системах аккредитации. В 2011 году лаборатория подтвердила свой статус до 2015 года, а также прошла добровольную аккредитацию в системе РОСНА-НО. Результаты, полученные на оборудовании МКЛ сотрудниками, признаются, и в этом мы уже неоднократно убеждались, решая экспертные задачи по договорам с такими фирмами и предприятиями, как ЛУКОЙЛ, РЖД, Пассажирская Транспортная Компания России, Муромский ремонтно-механический завод, Нефтегазсервис, НИАТ, НИИГРАФИТ, Следственный комитет МВД РФ, страховые компании.

Возможности лаборатории:

- проведение независимой металловедческой и материаловедческой экспертизы с целью выявления причин разрушения изделий и идентификации материалов,
- проведение всего комплекса механических, структурных и физико-химических испытаний функциональных материалов. ♦

Аккредитованные центры МКЛ «Наноматериалы»

- На базе МКЛ созданы Учебно-научные Центры с ведущими фирмами-изготовителями современного исследовательского оборудования: «МИСиС- NATIONAL INSTRUMENTS», «МИСиС- INSTRON» и «МИСиС-RIGAKU». Создание таких форм сотрудничества обеспечивает значительное расширение возможностей лаборатории.
- В 2011 году на базе аккредитованного Центра «МИСиС- NATIONAL INSTRUMENTS» создано

Научно-исследовательское конструкторское бюро по разработке систем измерения и контроля. Цель создания: объединение студентов и аспирантов, заинтересованных в изучении новейших систем измерения и контроля на базе оборудования National Instruments.

- Статус аккредитованной лаборатории в системе «NATIONAL INSTRUMENTS» позволяет лаборатории выдавать аттестаты международного образца слушателям после прохождения курса и сдачи квалификационных экзаменов.

Научно-образовательный «Центр наноматериалов и нанотехнологий»

Юрий Ягодкин
профессор, д. т. н.

Директор центра

ПОДГОТОВКА
И ПЕРЕПОДГО-
ТОВКА КАДРОВ В
ОБЛАСТИ НАНО-
МАТЕРИАЛОВ И
НАНОТЕХНОЛОГИЙ,
ИНФОРМАЦИОННО
АНАЛИТИЧЕСКИЕ
И НАУЧНО-ИССЛЕ-
ДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ



Оборудование центра:

- универсальный трибометр UTM-3 (5.1 млн. руб.), 2011 г.;
- универсальная испытательная машина для испытания полимеров, композиционных материалов, волокон и тканей (5.4 млн. руб.), 2011 г.;
- дифрактометр рентгеновский RIGAKU Ultima IV (25.2 млн. руб.), 2009 г.

Научно-образовательный «Центр наноматериалов и нанотехнологий» (ЦНН), созданный в 2007 г., продолжает работу, направленную на объединение усилий университета для решения комплексной задачи эффективного использования научного, образовательного и инновационного потенциала НИТУ «МИСиС» в области наноматериалов и нанотехнологий.

В состав ЦНН входят:

- лаборатория материалов медицинского назначения;
- информационно-аналитический центр «Наноматериалы и нанотехнологии»;
- научно-исследовательский «Центр композиционных материалов».

В работе ЦНН принимают участие 4 профессора, 13 кандидатов наук, инженерно-технический персонал, аспиранты и студенты. Сотрудники ЦНН в 2011 г. выполнили проекты общей стоимостью 77 млн. руб.

Научные проекты были связаны с разработкой физико-химических основ и технологий получения наноматериалов, обеспечивающих повышенный уровень эксплуатационных свойств. Значительная доля проектов выполнялась в рамках Федеральных целевых программ.

В рамках образовательных проектов сотрудники ИАЦ совместно с представителями других организаций приняли активное участие в разработке проектов ФГОСов для бакалавров и магистров по направлению «Наноматериалы». По заданию Минобрнауки РФ были проведены адаптация и апробация к маршрутному обучению комплекта УМК по направлению «Конструкционные наноматериалы» для бакалавров и магистров. Материалы УМК размещены на сайте www.nano-obr.ru. Издано 20 учебных пособий, разосланных в 10 университетов РФ.

Кроме того, выполнялись работы по проведению Всероссийской школы-семинара студентов, аспирантов и молодых ученых по тематическому направлению деятельности ННС «Конструкционные наноматериалы».

Среди информационно-аналитических проектов следует выделить работу по созданию базы знаний по тематическому направлению деятельности ННС «Конструкционные наноматериалы». ♦

Учебно-научный центр «Международная школа микроскопии»

Дмитрий Жуков
к. ф.-м. н.

Директор центра

ЦЕНТР ПРОВОДИТ
НАУЧНЫЕ ЭЛЕК-
ТРОННО-МИКРО-
СКОПИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ;
ПРОВОДИТ
ОБУЧЕНИЕ,
СВЯЗАННОЕ
С ПОВЫШЕНИЕМ
КВАЛИФИКАЦИИ



УНЦ «Международная школа микроскопии» был создан в начале 2011 года, как результат реализации совместного проекта НИТУ «МИСиС» и Tokyo-Boeki RUS LLC.

К основным направлениям работы УНЦМ можно отнести:

- участие в образовательной деятельности НИТУ «МИСиС» в рамках дисциплин, затрагивающих вопросы просвечивающей и растровой электронной микроскопии. За 2011 год через центр прошло более 200 студентов по каждому из этих направлений;
- разработка собственных учебных программ и проведение курсов повышения квалификации по электронной микроскопии. В 2011 году были разработаны и утверждены программы по растровой и просвечивающей электронной микроскопии, прошли обучение и получили удостоверения государственного образца 6 человек, трое из которых – граждане Республики Азербайджан;
- участие в НИР, проводимых другими подразделениями НИТУ «МИСиС». За 2011 год коллектив центра провел более 1000 часов исследований по научно-исследовательским работам подразделений НИТУ «МИСиС», курсовым НИР, дипломам и магистерским диссертациям, а так же кандидатским диссертациям;
- внедрение в научный и образовательный процессы новых технологий, позволяющих поднять уровень обучения на принципиально новый уровень. К концу 2011 года это реализовано на уровне удаленного доступа к микроскопам из учебного класса под наблюдением преподавателя. В 2012 году планируется реализовать систему внешнего доступа к ресурсам УНЦМ.

Основной образовательный проект, поддерживаемый в настоящее время, – повышение квалификации по Договору о сотрудничестве в области образования и науки с Tokyo-Boeki RUS LLC. ♦

Оборудование центра:

- просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-1400;
- учебный компьютерный мультимедийный класс, в который интегрировано управление оборудованием центра.

Центр ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья

Дмитрий Абрютин
доцент, к. т. н.

Директор центра

Центр ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья создан в 2009 году в составе Института экотехнологий и инжиниринга НИТУ «МИСиС». В Центре на сегодняшний день работают 32 человека из них 14 – моложе 30 лет; 5 к.т.н. и 1 д.т.н.

Основные направления работы подразделения:

- экспрессная технологическая оценка промышленной извлекаемой ценности месторождений;
- разработка технологического регламента с исходными данными для разработки ТЭО разведочных кондиций при утверждении (переутверждении) запасов;
- разработка ТЭО разведочных кондиций для представления в ГКЗ, разработка технологической части ТЭО разведочных кондиций;
- развитие теории и технологии флотационного и гравитационного обогащения руд цветных и редких металлов;
- исследование и разработка комбинированных обогатительно-гидрометаллургических схем извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд и продуктов обогащения;
- технологическая минералогия, аналитические исследования вещественного состава руд и продуктов обогащения;
- компьютерное моделирование обогатительных процессов, аппаратов и схем;
- проведение технологических расчетов, выбор технологии и оборудования, разработка технологических регламентов, технологическое сопровождение проектирования;
- технологическое сопровождение пуска объекта и вывода его на режим стабильной работы.

Основные научные проекты:

- выполнение современной технологической оценки железных руд сближенных групп месторождений Южной Якутии (ЗАО «ГМК ТИМИР»);
- проектирование обогатительного участка ОПУ, контроль изготовления оборудования, монтаж и пусконаладочные работы ОУ ОПУ по отработке комбинированной технологии переработки полиметаллических руд месторождения «Озерное» (ОАО «Озерный горно-обогатительный комбинат»);
- разработка технологии переработки руды месторождения Соукер (ЗАО «Рудпромвест»);
- поисковые исследования по биовыщелачиванию окисленных силикатных никелевых руд (ОАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»);
- разработка технологии обезвреживания цианистых растворов Олимпиадинской золотоизвлекательной фабрики (Олимпиадинская ЗИФ) с использованием озона и пероксида водорода (ЗАО «ПОЛИУС»). ♦

Оборудование центра:

- система автоматизированного количественного минералогического анализа Mineral Liberation Analyzer (MLA), модель – MLA650, производитель - компания FEI (Австралия);
- ICP – спектрометр Optima 7000DV Scott с системой микроволнового разложения SW4 и системой очистки кислот Perkin Elmer;
- спектрофотометр исследовательского класса Cary 6000i (работает в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной части спектра).

Учебно-научное управление менеджмента качества и сертификации «Металлсертификат»

Татьяна Полховская
к. ф.-м. н.,

Директор центра

УНУМКиС создано на базе Центра сертификации «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ», начавшего свою деятельность в 1995 году.

Основные направления работы УНУМКиС:

- обучение персонала организаций и предприятий любой отраслевой принадлежности в области разработки, внедрения и совершенствования систем менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента охраны труда и безопасности жизнедеятельности и интегрированных систем менеджмента. За 2011 год выполнено 22 договора на обучение с предприятиями и организациями России и ближнего зарубежья. В рамках этих договоров обучено 316 человек;
- разработка собственных учебных программ и методических материалов для повышения квалификации руководителей и персонала организаций и предприятий с учетом специфики деятельности;
- сертификация и экспертиза металлургической продукции. За 2011 год выполнено 6 договоров, в т.ч. 2 международных;
- сертификация систем менеджмента качества, экологического менеджмента и менеджмента охраны труда и техники безопасности. Выполнено 13 договоров с предприятиями и организациями России.
- участие в образовательной деятельности НИТУ «МИСиС» в рамках подготовки специалистов по специальностям 200503 «Стандартизация и сертификация» и 220501 «Управление качеством» и бакалавров по направлениям: 221400 «Управление качеством» и 221700 «Стандартизация и метрология».

Научные направления деятельности:

- Теория и практика бережливого производства.
- Метрологическое обеспечение процессов жизненного цикла продукции.
- Методы анализа и улучшения процессов.
- Обеспечение качества деятельности испытательных (в том числе аналитических и экоаналитических) лабораторий.
- Совершенствование методик подготовки и повышения квалификации специалистов в области качества. ♦

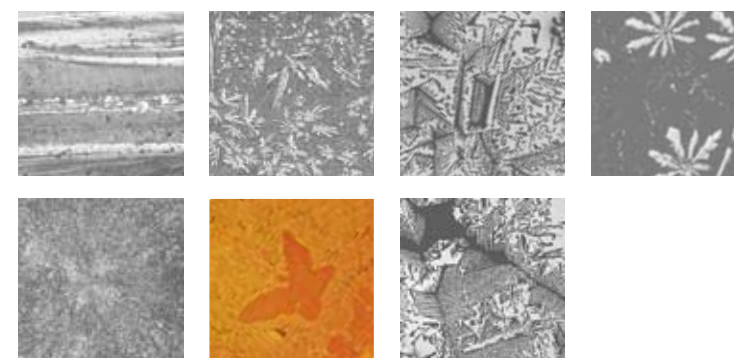
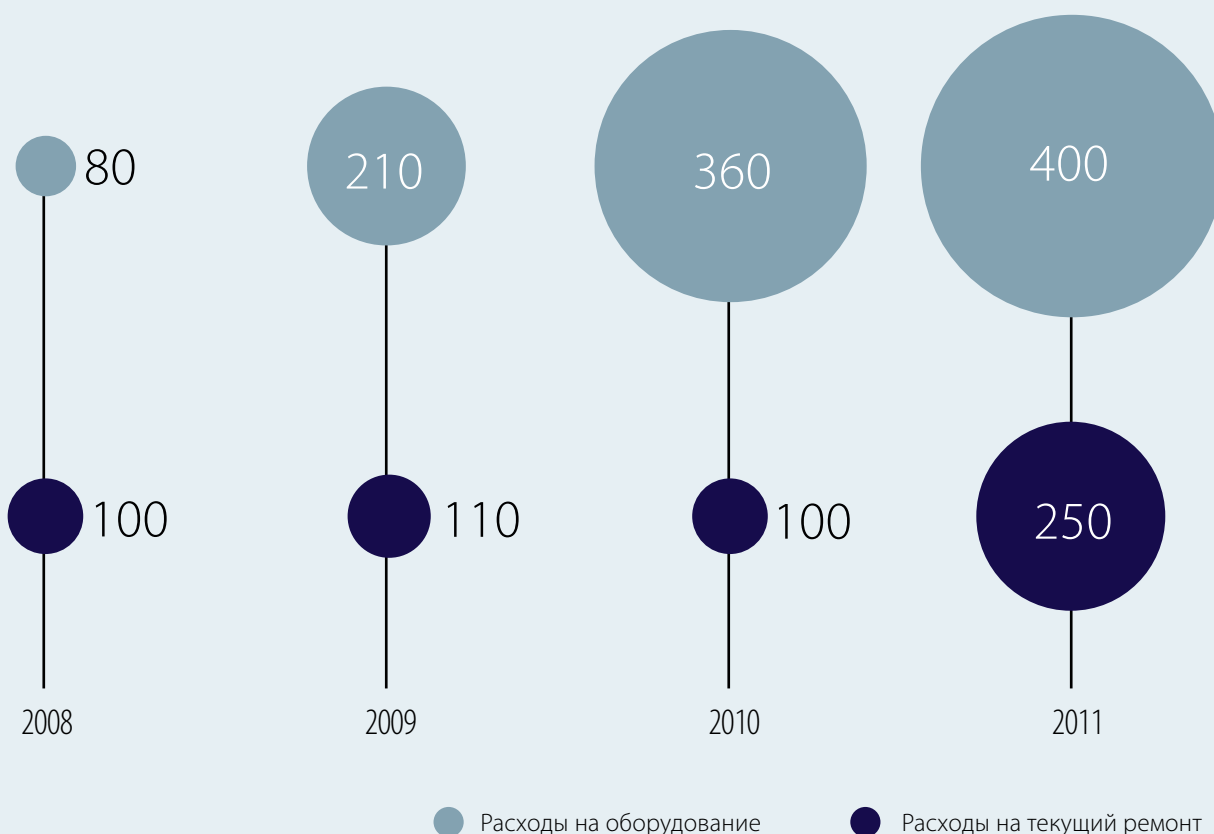
Статус УНУМКиС:

- Орган по сертификации продукции металлургической промышленности в обязательной и добровольной сферах «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ» (Аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.11ЧС07);
- Орган по сертификации систем качества (ОС СК «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ»). (Аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.13ИС69).
- Орган по сертификации интегрированных систем менеджмента (ОС ИСМ) (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.13ФК12);
- Учебный центр Росстандарта (Аттестат аккредитации N 041).

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УНИВЕРСИТЕТА



ЗАКУПКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАУЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, млн руб.



95

Подготовка специалистов высшей квалификации

Сегодня НИТУ «МИСиС» – ведущий вуз страны по подготовке инженерных и научных кадров в области металлургии и материаловедения; производства и обработки металлов, композиционных, порошковых, сверхпроводящих и полупроводниковых материалов; разработки перспективных материалов и технологий; ресурсосбережения и экологии; сертификации и управления качеством; экономики и управления; информатики и АСУ.

Институт непрерывного образования

Владимир Сапунцов

Директор института

Институт непрерывного образования (ИНОБР) НИТУ «МИСиС» – интегратор в области образовательных услуг для промышленности и госструктур. Создан в составе университета в апреле 2009 г. Цели ИНОБР – удовлетворение потребностей предприятий-клиентов в образовательных услугах любого уровня и направления, содействие внедрению на отечественных предприятиях технологий мирового уровня путем оказания образовательных услуг, развитие форм и повышение качества дополнительного профессионального образования в НИТУ «МИСиС».

Задачи ИНОБР:

- исследование потребностей клиентов, возможностей МИСиС и партнеров в реализации этих потребностей;
- подбор исполнителей и управление проектами реализации потребностей клиентов в образовательных услугах;
- организация разработок образовательных курсов для изучения технологий управления и производства мирового уровня;
- обучение руководителей и специалистов предприятий работе по инновационным технологиям;
- развитие и создание новых образовательных услуг НИТУ «МИСиС» в соответствии с потребностями клиентов;
- консолидация и учет работ подразделений НИТУ «МИСиС» в области дополнительного профессионального образования.

Примеры образовательных проектов ИНОБР:

НЛМК: обучение менеджеров и специалистов разных уровней технологиям металлургического производства.

Норникель: обучение сотрудников экономического блока основам отраслевых технологий производства холдинга.

Группа ЧТПЗ: обучение менеджеров среднего звена технологиям трубопрокатного производства.

Металлоинвест: обучение топ-менеджеров технологиям производства меди.

Бэйтман Инжиниринг Россия Б.В.: обучение инженерно-технических работников основам разделения дисперсных систем. ♦

Новые образовательные продукты ИНОБР:

- «Основы металлургического производства» для руководителей и специалистов, не имеющих профильного металлургического образования, с использованием компьютерных симуляций процессов металлургического производства;
- «Современные технологии управления металлургическим производством» для руководителей, сотрудников планово-экономических, производственных и ИТ-служб на основе реальной промышленной платформы MES-системы.

Институт информационных бизнес систем

Марина Нежурина

Директор института

Институт информационных бизнес систем в составе МИСиС организован в 2008 г. в рамках соглашения о сотрудничестве между МИСиС и крупнейшей в России ИТ-компанией IBS как модель частно-государственного партнерства бизнеса и образования.

Институт состоит из 3 кафедр: «Информационные бизнес системы», базовая кафедра «Корпоративные системы управления», базовая кафедра «Системы автоматизации управления производством».

Магистратуру ИИБС отличают межотраслевой и междисциплинарный подходы, которые и дают эффективный практический и научный результат.

Межотраслевой подход предполагает: глубокое изучение предметной области с настройкой на отраслевые задачи; знание отраслевой специфики проектов; проектная практика и работа в реальных проектах компаний; решение значимой задачи для отрасли в магистерской диссертации и т.п.

Междисциплинарный подход предполагает: формирование современного мировоззрения в области экономики, развития промышленности и ИТ; глубокое понимание архитектуры и бизнес-процессов современного предприятия, законов его развития; умение работать в бизнес-среде и т.п.

Особое место в научной работе и научно-исследовательской практике играет междисциплинарный учебный проект «Подготовка и защита тендерного предложения по автоматизации крупного предприятия», который проходит 1 и 2 семестры и гармонично переходит в реальную проектную практику на предприятии.

В качестве преподавателей в Институте ИИБС собрана команда лучших специалистов ведущих вузов России, в числе которых МИСиС, АНХ, МГУ, МИФИ, МИЭМ, МИРЭА, НИУ-ВШЭ, МФТИ, МАИ, ГУУ и др., сотрудников различных департаментов IBS-практиков с большим стажем и высочайших профессионалов в своей области, высококлассных специалистов учебных центров вендоров, тренинговых компаний и профильных научных школ.

В 2011 году преподаватели ИИБС участвовали в 9 конференциях, из них 3 – международные, опубликовали более 10 статей в журналах ВАК и ведущих журналах отрасли, издали 3 учебных и учебно-методических пособий совместно с Академией IBS. ♦

Цель партнерства – подготовка специалистов, способных решать сложные комплексные задачи по автоматизации корпоративных информационно-управленческих систем на базе интеграционных решений

В активе Института ИБС:

- 5 программ магистерской подготовки;
- 8 программ профессиональной переподготовки;
- более 110 курсов, модулей и тренингов для системы дополнительного профессионального образования (ДПО).

Магистерские программы реализуются в рамках направлений – Прикладная информатика и Информационные системы и технологии:

- консалтинг по внедрению сложных систем на основе SAP;
- консалтинг по внедрению сложных систем на основе Oracle;
- бизнес-анализ на основе информационных систем управления эффективностью организации;
- консалтинг по комплексной автоматизации процессов управления производством;
- консалтинг по внедрению комплексных решений автоматизации предприятий энергетической отрасли.

Подготовка кадров для металлургических предприятий в магистратуре НИТУ «МИСиС»

Андрей Данилин

Управление образовательных стандартов и программ

За два года обучения студенты проходят стажировки на ведущих металлургических предприятиях России, знакомятся с лучшими технологиями за рубежом

Сформированные совместно с работодателем магистерские программы полностью отвечают требованиям заказчика к результатам обучения и имеют следующие преимущества:

- целевая направленность на подготовку магистров-технологов и исследователей для производственных участков и технологических комплексов предприятий заказчика;
- график учебного процесса позволяет студентам не отрываться от производства на длительный срок и предусматривает реализацию научно-исследовательской и инженерной деятельности студентов на предприятиях заказчика;
- реализация НИР и выпускной квалификационной работы предполагает наличие научного руководителя от НИТУ «МИСиС» и проектного наставника от предприятия;
- программа практик предусматривает стажировки на ведущих зарубежных и российских предприятиях металлургической отрасли;
- заказчику предоставлена возможность осуществлять мониторинг качества подготовки и формируемых умений и навыков у магистрантов в ходе учебного процесса;

В НИТУ «МИСиС» на протяжении трех лет действуют магистерские программы, обеспечивающие подготовку высококвалифицированных специалистов для современных технологических линий Выксунского металлургического завода и Литейно-прокатного комплекса, входящих в состав ЗАО «Объединенная металлургическая компания». В 2011 году специальными кафедрами НИТУ «МИСиС» реализуются три магистерские программы: «Инновационные технологии прокатного производства», «Инновационные технологии сталеплавильного производства» и «Инновационные технологии трубного производства». В них сконцентрированы новейшие достижения науки, техники и технологий, а также прогрессивные методы организации труда в области трубного, прокатного и сталеплавильного производства.

Преимуществом данных магистерских программ является возможность заказчика вносить свои предложения по дополнению программ подготовки и изменению тем научных работ по ходу учебного процесса. Это позволяет достичь более полного соответствия результатов обучения требованиям заказчика к уровню и качеству инженерной подготовки.

Практическими навыками работы и проведения исследований магистранты овладевают на предприятиях ЗАО «ОМК» под руководством производственных наставников и научных руководителей из МИСиС. Студенты обязаны защищать перед преподавателями и комиссией заказчика свои собственные технологические проекты и научно-исследовательские работы по актуальным для предприятия направлениям.

Летом 2011 года первые студенты программы «Инновационные технологии прокатного производства» успешно защитили выпускные квалификационные работы магистров. По итогам обучения в магистратуре участники программы были назначены на руководящие и производственные должности в Литейно-прокатном комплексе и Выксунском металлургическом заводе либо продолжили научно-прикладные исследования в Инженерно-технологическом центре ОМК.

Подобная схема реализации магистерских программ позволяет осуществлять мобильную подготовку инженерных кадров для широкого круга металлургических компаний с учетом особенностей каждого предприятия и специфических требований заказчика. ♦

Магистерская программа РОСНАНО «Производство мультикаскадных наногетероструктурных солнечных элементов и солнечных батарей космического назначения на основе полупроводниковых материалов A³B⁵»

Сергей Диденко
доцент, к. ф.-м. н.

Кафедра полупроводниковой электроники и физики полупроводников

В 2009 году МИСиС получил финансовую поддержку «Роснано» на разработку и апробацию образовательной программы опережающей подготовки кадров и учебно-методического комплекса, ориентированных на инвестиционные проекты «Роснано» в области производства мультикаскадных наногетероструктурных солнечных элементов и солнечных батарей космического назначения на основе полупроводниковых материалов A³B⁵. Для реализации этой программы кафедра Полупроводниковой электроники и физики полупроводников совместно с базовой кафедрой Наноструктурные преобразователи энергии открыла магистратуру по направлению «Электроника и нанoeлектроника». Программа рассчитана на студентов, прошедших подготовку в объеме бакалавриата по электронике. Обучение в магистратуре проводится на современном исследовательском оборудовании МИСиС и технологическом ОАО «НПП «Квант». В конце второго семестра лучшим студентам была организована выездная научно-исследовательская практика в CESI (Милан, Италия).

Цель образовательной программы – подготовить специалистов, обладающих необходимыми компетенциями в области физики и технологии наногетероструктурных солнечных элементов, для предприятий, реализующих инвестиционные проекты «Роснано».

Задачи образовательной программы:

- организация учебного процесса в соответствии с требованиями ФГОС и работодателей;
- организация кадрового, материально-технического и информационного обеспечения программы;
- реализация необходимых образовательных технологий;
- оценка результативности образовательной программы.

Базовый модуль состоит из следующих учебных дисциплин:

- история и методология науки;
- иностранный язык;
- основы предпринимательства;
- управление инновациями;
- метрология, стандартизация и сертификация наноструктур;
- компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. ♦

Физический модуль:

- физика наноструктур;
- физика фотопреобразователей;
- дисциплины по выбору:
 - > физика импульсного отжига электронных структур;
 - > диффузионные процессы в наногетероструктурах.

Исследовательский модуль:

- современные методы диагностики и исследования наногетероструктур;
- дисциплины по выбору студентов:
 - > основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства;
 - > влияние радиационного воздействия на полупроводниковые материалы и структуры;
- научно-исследовательская практика;
- научно-исследовательская работа.

Производственно-экспериментальный модуль:

- организация и планирование эксперимента;
- оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов;
- технология наногетероструктур.

Нанодиагностика, метрология, стандартизация и сертификация продукции нанотехнологий и nanoиндустрии

Сергей Мухин
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра теоретической
физики и квантовых технологий

Базовые курсы:

- квантовая механика II (системы частиц);
- статистическая физика II (теория многих тел);
- электронная теория металлов и нанокластеров;
- физика полупроводниковых материалов и приборов;
- физико-химические основы технологий микро- и наноэлектроники;
- приборы и методы исследования наноструктур и нанообъектов;
- метрология и стандартизация в нанотехнологиях.

Курсы по выбору:

- введение в физику наносистем;
- основы высоковакуумной сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии, атомно-силовая микроскопия;
- наноэлектроника: устройства, цепи и применения, одноэлектронные устройства;
- механика взаимодействия зонд – образец, введение в нанолитографию, наноиндентация;
- нано-инженерия и характеристика сложных гетероструктур;
- мезоскопическая сверхпроводимость;
- взаимодействие света с наноструктурами, квантовая оптика.

Магистерская программа организована по инициативе ректора МИСиС проф. Д.В. Ливанова и финансировалась из 1-го образовательного гранта Государственной корпорации РОСНАНО, предоставленного МИСиС.

Программа посвящена изучению фундаментальных явлений физики твердого тела, используемых для создания новых материалов и технологий для nanoиндустрии, метрологии наномасштабов, стандартизации и сертификации нанопродукции. Первый выпуск из 15 магистров состоялся в июне 2010 г.: 2 выпускника стали сотрудниками Сертификационного центра ГК РОСНАНО, 13 выпускников поступили в очную аспирантуру МИСиС и МФТИ.

Программа осуществлена на основе соглашения между МИСиС и МФТИ на базе: ЦКП «Материаловедение и металлургия» МИСиС, кафедры Теоретической физики МИСиС, а также в Научно-учебном центре «Квантовая нанофизика» МФТИ и в Научно-исследовательском центре по изучению свойств поверхности и вакуума (НИЦПВ) Ростехрегулирования.

Международный профессорско-преподавательский состав программы и ее учебный план (см. сайт программы <http://www.mp.msisa.ru/structure.html>) утверждены Наблюдательным советом из ведущих профессоров МИСиС, университетов США и Западной Европы.

Магистранты ведут НИР под руководством ППС МИСиС/МФТИ и ученых институтов РАН, в 3-м семестре – 2-х недельная учебно-технологическая практика в Шведском стратегическом исследовательском центре материаловедения для nanoинженерии поверхности (г. Линчопинг); 4-й семестр – подготовка магистерской диссертации и ее защита.

Студент, успешно выполняющий НИР, может быть зачислен на работу с выплатой соответствующей зарплаты. ♦

Магистратура Шанхайской организации сотрудничества «Наноматериалы»

М. В. Астахов, профессор, д.х.н.
С.И. Мухин, профессор, д.ф.-м.н.
Ю.Д. Ягодкин, профессор, д.т.н.
Ю.Ю. Костюхин, профессор, к.э.н.
И.П. Ильичев, доцент, к.э.н.

Профили обучения:

- **объемные наноструктурные материалы;**
- **порошковые наноматериалы;**
- **наноструктурные пленки и покрытия;**
- **управление проектами в области наноматериалов;**
- **инвестиции в наноматериалы;**
- **физика наносистем;**
- **метрология наносистем.**

Шанхайская организация сотрудничества (ШОС) является постоянно действующей межправительственной международной организацией, о создании которой было объявлено 15 июня 2001 года в Шанхае (КНР) Республикой Казахстан, Китайской Народной Республикой, Кыргызской Республикой, Российской Федерацией, Республикой Таджикистан, Республикой Узбекистан.

Развитие фундаментальных и прикладных исследований наноматериалов и нанотехнологий является фундаментом современной инновационной экономики, так как именно новые достижения в этой области лежат в основе новых технологий и решении актуальных прикладных проблем. Во многих случаях для повышения эксплуатационных свойств на элементы конструкций и детали машин наносятся защитные покрытия, включая тонкопленочные, находящиеся в наноструктурном состоянии.

Целевой аудиторией магистерской программы являются выпускники вузов и специалисты предприятий, использующие наноматериалы и нанотехнологии для решения научных и производственных задач. Для обучения в рамках предлагаемой программы подготовки магистров могут быть зачислены лица, имеющие высшее образование, подтвержденное документом государственного образца (дипломом бакалавра/специалиста) по направлениям физика, химия, металлургия, управление и менеджмент.

Целью магистерской программы «Наноматериалы» является подготовка высококвалифицированных специалистов – кадров с квалификацией магистр, способных на современном уровне разрабатывать, исследовать, модифицировать и использовать (осуществлять переработку, обработку, эксплуатацию и утилизацию) наноматериалов неорганической и органической природы для различных отраслей промышленности; понимать, разрабатывать и управлять процессами их формо- и структурообразования.

Выпускники программы будут способны творчески применять полученные фундаментальные и инструментальные знания для решения сложных прикладных задач и овладеют навыками самостоятельной исследовательской деятельности. Приобретут необходимые компетенции руководителя научно-инновационных коллективов и структур компаний, ориентированных на построение современной инновационной экономики, основанной на знаниях. Овладеют основами форм и методов хозяйственного управления.

Выпускники будут способны использовать закономерности наноразмерных систем в определении социальных последствий внедрения наноматериалов и нанотехнологий в промышленность, информационные технологии, биологию и медицинские технологии, экологию. Разрабатывать стратегии развития и применения наноматериалов и нанотехнологий в различных сферах человеческой деятельности с учетом возможных положительных и отрицательных воздействий на социальные и экономические последствия. ♦

Магистерская школа с международным участием «Функциональные и наноструктурные материалы»

Евгений Левашов
профессор, д. т. н.

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Разработаны учебные планы по 5 магистерским образовательным программам и 1 программа на английском языке:

- безотходная ресурсосберегающая технология получения порошковых материалов и изделий современной техники;
- методы получения и аттестации наноструктурных покрытий и функциональных поверхностей;
- перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;
- керамические и композиционные материалы;
- материалы для ядерной энергетики и авиационно-космической техники;
- multicomponent nanostructured coatings. Nanofilms.

Начало работы магистерской школы – сентябрь 2011 г. Общее число магистрантов – 25, из которых – 5 магистрантов второго года обучения и 20 принято на 1 курс. На первый курс зачислено 11 бакалавров НИТУ МИСиС, 2 – Самарского ГТУ, 1 – Пермского ГТУ, 9 – Восточно-Казахстанского ГТУ. Образовательные программы по всем учебным курсам составлены с учетом подготовки магистров к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью магистратуры по основным видам деятельности.

Программа рассчитана на бакалавров, получивших образование по направлениям «Металлургия», «Материаловедение и технологии материалов», «Наноматериалы». В ней предусмотрено прохождение 2-х практик, 50% учебного времени отведено на выполнение НИР. В своей работе МШ ФНМ опирается на возможности кафедры ПМиФП и НУЦ СВС. Все магистерские проекты имеют ресурсное обеспечение и выполняются в рамках контрактов и договоров и международных проектов. Разработано 25 магистерских проектов. МШ ФНМ интегрирована в Европейскую магистерскую школу VINIF.

В период с 10 по 14 октября 2011 года проведена Европейская магистерская школа «Multicomponent nanostructured coatings. Nanofilms», в которой участвовало более 50 магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Занятия проводили опытные преподаватели и приглашенные лекторы из Горной академии Колорадо (США), Университета Шеффилда (Англия), Инженерной школы ENISE (S-Etienne, Франция), Университета Западной Богемии (Чехия).

Разработан и внедрен новый курс «Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения», читаемый проф. Notre Dame University (США), проф. каф. ПМиФП Мукасьяном А.С. Изданы учебные пособия «Перспективные материалы и технологии СВС», «Композиционные материалы», «Конструкционные наноматериалы», «Теоретические основы прочности спеченных твердых сплавов», «Организация эксперимента», а также монография «Advances in Ceramics - Synthesis and Characterization, Processing and Specific Applications». ♦

Advanced Metallic Materials and Engineering

Алексей Солонин
к. т. н.

Кафедра металловедения цветных металлов

С целью подготовки конкурентоспособных специалистов и поддержания международного имиджа российского образования по основным направлениям развития современной науки, техники и технологий коллектив кафедры металловедения цветных металлов разработал магистерскую программу для обучения студентов на английском языке «Advanced Metallic Materials and Engineering». Данная программа направлена на подготовку высококвалифицированных специалистов-исследователей и разработчиков новых технологий и материалов, работающих в области машиностроения, авиакосмической промышленности, цветной металлургии.

Ключевой особенностью подготовки в магистратуре является обязательное участие студентов в выполнении реальных научных проектов, которые ложатся в основу их выпускных квалификационных работ. Таким образом, научно-исследовательская работа студентов составляет половину всего времени обучения в магистратуре.

При выполнении НИР студент получит навыки:

- применения инновационных методов придания сплавам требуемого комплекса свойств;
- моделирования и анализа процессов формирования структуры и свойств при производстве и эксплуатации металлических изделий и конструкций;
- работы с современными установками для определения механических и физических свойств сплавов, с лабораторными плавильными и термическими печами;
- использования многокомпонентных фазовых диаграмм для оптимизации состава сплавов и выбора режимов термической обработки;
- пробоподготовки и анализа структуры и свойств промышленных и новых сплавов цветных металлов, получаемых с использованием современных технологий.

Профессиональные курсы программы:

- development of metallic materials;
- thermodynamic computation and analysis of phase diagrams of multicomponent systems;
- functional metallic materials: structure, properties and application;
- advanced technologies of the metallic materials production;
- thermal and thermomechanical treatment of special steels and alloys;
- modeling and optimization in physical metallurgy;
- modern equipment and techniques for investigation of structure and properties of metallic alloys;
- functional metal matrix composites. ♦

Выпускник программы будет готов к решению научных и производственных задач, связанных с составом, структурой и свойствами металлических материалов, в частности:

- выбор металлов и сплавов для изготовления продукции;
- осуществление технологических регламентов производства и обработки сплавов на основе драгоценных и цветных металлов;
- осуществление контроля качества продукции на всех этапах производства;
- исследование ассортимента и конкурентоспособности металлов и сплавов;
- исследование процессов формирования структуры и свойств сплавов;
- анализ и оценка эффективности использования той или иной технологии производства и обработки;
- разработка новых сплавов на основе цветных металлов, сочетающих повышенные механические свойства со специальными свойствами;
- разработка режимов термической обработки для реализации повышенных свойств металлов и сплавов;
- разработка и внедрение новой технологической документации на производство и обработку металлов и сплавов;
- экспертиза причин брака и разрушений в производстве и при эксплуатации металлоизделий.

Quantum Physics for Advanced Materials Engineering

Сергей Мухин
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра теоретической
физики и квантовых технологий

Базовые курсы:

- современная квантовая физика твердых тел;
- электронная теория металлов;
- технологии и материалы квантовой электроники;
- спектроскопические методы анализа материалов;
- иностранный/русский язык;
- управление;
- интеллектуальная собственность.

Курсы по выбору:

- квантовые электронные свойства наносистем;
- физика жидкокристаллических мембран;
- физика низкоразмерных систем (квантовые ямы, точки, проволоки);
- экспериментальные методы в физике низкоразмерных систем;
- фазовые диаграммы многокомпонентных систем (Thermo-Calc);
- электронные свойства квантово-размерных полупроводниковых гетероструктур (p-i-n переходы);
- введение в методы континуального интегрирования в физике конденсированных сред.

Магистерская программа посвящена исследованиям новых физических явлений в квантово-размерных материалах и устройствах, которые не успели войти в традиционные курсы физики твердого тела. В курсах программы изучаются эффекты размерного квантования в низкоразмерных структурах: квантовый эффект Холла, квантовые флуктуации заряда, кулоновская блокада и квантовая проводимость Ландауэра в контактах атомного размера, статистика Вигнера-Дайсона электронных уровней энергии в нанокластерах, переходы Пайерлса в атомных цепочках, осцилляции Раби в двухуровневых системах, спектры квантовых точек, ям и проволок в магнитном поле, фононы в фрактальных структурах, эйнштейновские моды в термоэлектрических полупроводниковых материалах со сложной кристаллической ячейкой и др.

Параллельно рассматриваются основные физические принципы работы устройств и систем квантовой электроники, а также некоторые важные технологии изготовления и изменения физико-химических характеристик квантово-размерных материалов и структур.

Программа рассчитана на студентов, подготовленных в объеме университетских курсов общей физики и введения в теоретическую физику для бакалавров, которое включает курсы: теоретической механики и теории упругости, электродинамики, квантовой механики и статистической физики.

Основная задача программы – научить студентов самостоятельно ориентироваться в современных научных и прикладных областях исследования и разработки квантово-размерных материалов и устройств путем приобретения навыков как теоретических расчетов в области квантовой физики наносистем, так и экспериментальных измерений с использованием современной аппаратуры в области электронной и зондовой микроскопии и спектроскопии.

Поступивший студент с его научным руководителем составляют индивидуальный учебный план, включающий тему научной работы (НИР). Обязательное выполнение НИР начинается с 1-го семестра и составляет основное содержание 3-го семестра, который завершается защитой курсового проекта по теме диссертации. 4-й семестр посвящен подготовке магистерской диссертации и ее защите.

Студент, участвующий в выполнении НИР, может быть зачислен на работу с выплатой соответствующей зарплаты. ♦

Advanced Material Science

Борис Бокштейн
профессор, д. ф.-м. н.

Кафедра физической химии

Базовые курсы:

- атомная структура твердых фаз;
- диффузия в твердых телах;
- иностранный/русский язык;
- экономика;
- управление;
- интеллектуальная собственность;
- менеджмент качества.

Курсы по выбору:

- термодинамика и кинетика в материаловедении;
- физические свойства материалов;
- коррозия и защита металлов;
- магнитные материалы;
- материаловедение: деформация и разрушение, механические свойства, специальные металлические сплавы;
- методы исследования внешней и внутренних поверхностей раздела;
- численный анализ и компьютерное моделирование;
- многокомпонентные наноструктурные покрытия нанопленки;
- аморфные металлические материалы;
- механическая спектроскопия металлических материалов.

В связи с расширением перечня требований к свойствам материалов, постоянно растущими потребностями современной техники в новых материалах с широким спектром свойств разработка и дизайн новых перспективных материалов должны опираться на фундаментальные научные принципы. Это же относится к технике эксперимента и измерительным методам, которые непрерывно совершенствуются, особенно в том, что касается локальности и точности измерений. Подготовка высококвалифицированных кадров является ответом на этот вызов времени.

Программа рассчитана на студентов, прошедших подготовку в бакалавриате по направлениям: физика твердого тела, материаловедение, наноматериалы, металлургия, химия твердого тела. Программа посвящена изучению фундаментальных явлений физики твердого тела, используемых для создания новых материалов.

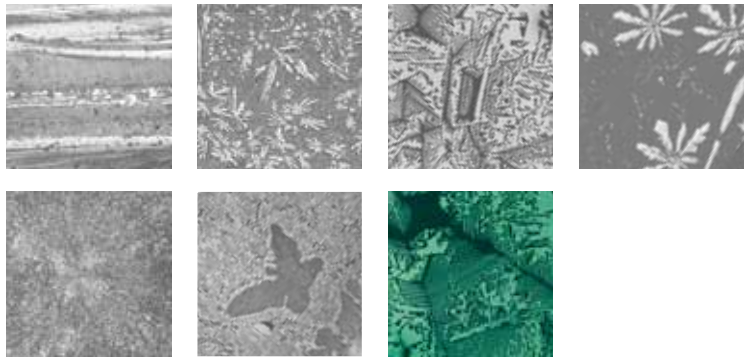
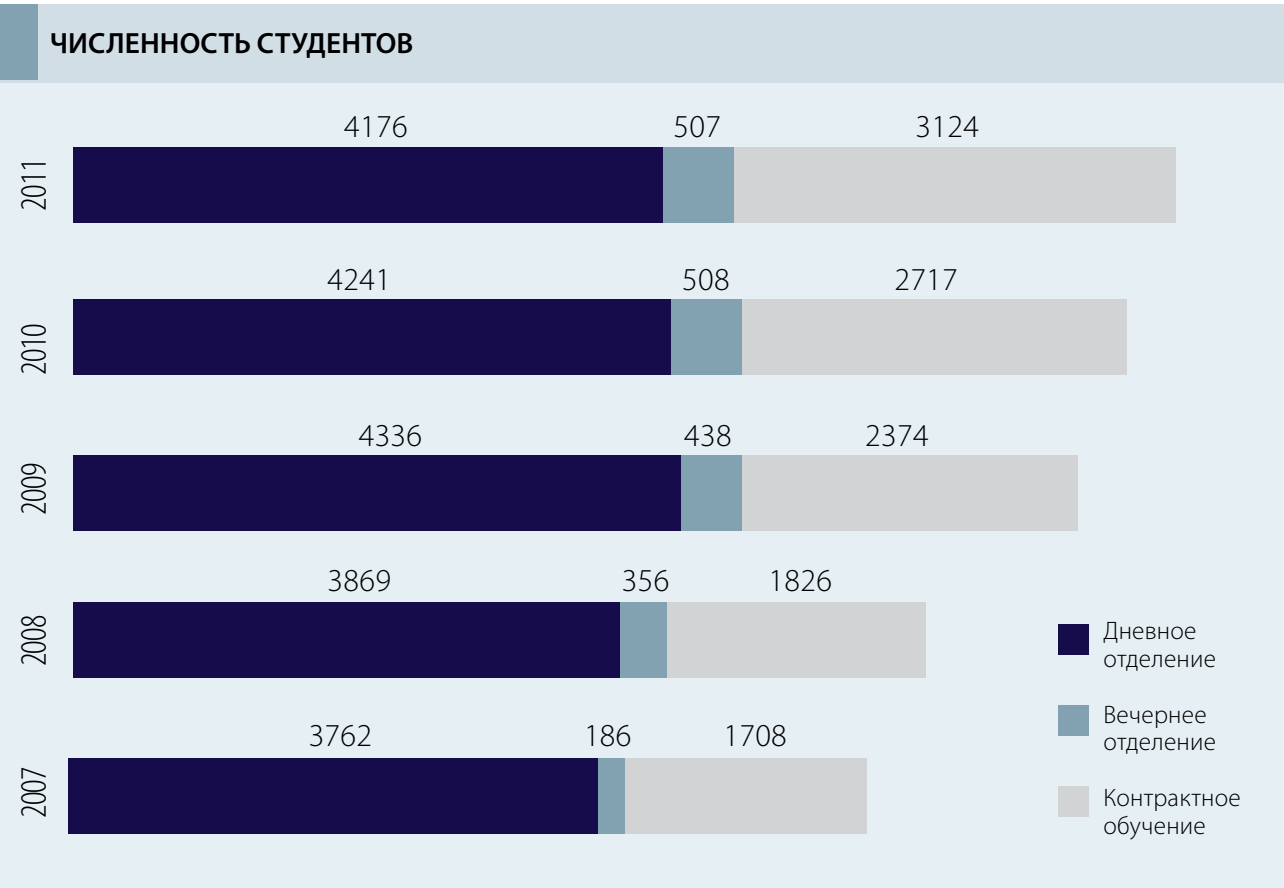
Задачи программы:

- научить самостоятельно ориентироваться в современных проблемах физического материаловедения;
- знать принципы подбора материалов;
- уметь использовать методы термодинамики и кинетики для предсказания структуры;
- уметь использовать современные экспериментальные методы физических исследований и методы компьютерного моделирования;
- уметь выбирать оптимальные технологии получения материалов, оценивать экономическую эффективность исследований, организовывать работу коллектива.

Каждый студент, выдержавший вступительные испытания, составляет (совместно с научным руководителем) индивидуальный учебный план, включающий тему научной работы.

Теоретическое обучение сопровождается научно-исследовательской работой. Выполнение научной работы является обязательным и начинается с первого семестра. НИР составляет основное содержание 3 семестра, завершающегося защитой курсового проекта, связанного с темой диссертации. 4 семестр целиком посвящен подготовке магистерской диссертации и ее защите.

Студент, участвующий в выполнении НИР, может быть зачислен на работу с выплатой соответствующей зарплаты. ♦



107

Международное научно-техническое сотрудничество

НИТУ «МИСиС» – современный инновационный технологический университет, деятельность которого направлена на достижение результатов, сопоставимых по своим характеристикам с мировыми университетскими центрами. МИСиС работает в России и в интересах России, но он будет конкурентоспособным в глобальном образовательном пространстве. Мы сделаем все возможное, чтобы получить мировое признание.

Международные научно-технические проекты

Елена Штанская

Управление науки

МОБИЛЬНОСТЬ
УЧЕНЫХ И ОБМЕН
ОПЫТОМ ПОМОГАЕТ
РЕШИТЬ ПРОБЛЕМУ
ИНТЕГРАЦИИ
УЧЕНЫХ РОССИИ
В МИРОВОЕ
НАУЧНОЕ
СООБЩЕСТВО



Развитие международного научно-образовательного потенциала НИТУ «МИСиС» тесно связано с появлением в университете новых инновационных направлений научных исследований. Создавая возможности для проведения прорывных научных исследований, университет готовит потенциально активную базу для появления нового поколения ученых России.

Результатом международного научно-технического сотрудничества в 2011 году стало привлечение в НИТУ «МИСиС» ученых мирового уровня. Современная мобильность и наличие интернет-технологий позволяет ученым, не прерывая научную деятельность в своем университете, плодотворно трудиться, развивая новые направления в НИТУ «МИСиС».

В 2011 году НИТУ «МИСиС» участвовал в нескольких проектах по привлечению высококвалифицированных специалистов. Впервые финансирование иностранных ученых осуществлялось по спонсорской программе со стороны ООО «Стройновация», входящего в состав ООО «Группа «Сумма». Активное участие университета в формировании инфраструктуры и софинансировании проекта позволило организовать три новых подразделения под руководством ученых из Германии и США в разных направлениях: моделирование процессов термомеханической обработки, керамические наноматериалы и коммерциализация технологий.

Осенью 2011 года НИТУ «МИСиС» совместно с двумя зарубежными учеными выиграл грант Правительства РФ по 220 постановлению. Сумма каждого гранта составляет 150 миллионов на 3 года. Вновь созданные лаборатории мирового уровня возглавили: профессор Дмитрий Гольберг – Научно-исследовательскую лабораторию «Неорганические наноматериалы», профессор Алексей Устинов – лабораторию «Сверхпроводящие метаматериалы».

В 2011 году молодые ученые из нашего университета прошли научные стажировки в ведущих университетах Германии: Физическом институте Технологического университета Карлсруэ, институте металлообработки Технического университета, Горной академии Фрайберга. ♦

В НИТУ «МИСиС» открываются новые возможности для развития научных направлений и совершенствования технологий обучения: формирование лабораторий мирового уровня и как результат – формирование здорового климата научной

конкуренции в России, мобилизация научных и управленческих коллективов для качественного скачка в развитии университета, новые научные исследования, и как результат – подготовка уникальных научно-образовательных программ.

Центр коммерциализации технологий

Пейдж Хеллер

Директор центра

ЦЕНТР КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЯВЛЯЕТСЯ СВЯЗУЮЩИМ ЗВЕНОМ МЕЖДУ НАУКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ, СОЗДАВАЯ ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



Центр коммерциализации технологий был организован в 2011 г. для формирования устойчивой системы коммерциализации технологий в университете и развития предпринимательской культуры, системы мотивации и обеспечения правовой охраны, которая в свою очередь будет способствовать появлению новых идей, открытий и разработок, а также быстрому трансферу новых знаний в промышленность.

Анализ опыта развитых зарубежных стран в области организации процессов коммерциализации технологий в университетах, а также установление партнерских отношений с другими предприятиями, исследовательскими центрами позволит Центру трансфера технологий сформировать систему коммерциализации разработок в университете. Создание инновационной среды в университете сформирует эффективный механизм, соответствующий деловому климату.

Деятельность Центра заключается в установлении взаимовыгодных отношений с бизнесом, как посредством заключения лицензионных соглашений, так и создания малых инновационных предприятий. Созданный приказом ректора в октябре 2011 г. Центр систематизировал технологию процесса коммерциализации и политику в области интеллектуальной собственности.

Центр определяет форму правовой охраны созданных научно-технических результатов, оценивает их коммерческий потенциал, разрабатывает стратегию коммерциализации, проводит поиск бизнес-партнеров и организует систему передачи прав интеллектуальной собственности Университета. Деятельность центра связана с анализом перспектив использования существующих разработок НИТУ «МИСиС» на промышленных предприятиях с целью повышения качества и снижения себестоимости продуктов и услуг в различных сферах.

Центр обеспечивает подготовку кадров в области коммерциализации технологий путем привлечения к работе групп студентов, молодых преподавателей и сотрудников НИТУ «МИСиС». ♦

Центр коммерциализации технологий это – систематизированная концепция передачи результатов университетских исследовательских работ и внедрения их в промышленность. Основные задачи центра – поиск

инноваций, оценка технологий, выбор стратегии защиты ИС, изучение и вывод на рынок научных разработок, реализация образовательных программ в области коммерциализации технологий.

Лаборатория «Сверхпроводящие метаматериалы»

Алексей Устинов
д. ф-м. н., профессор
Технологического института
Карлсруэ, Германия

РЕАЛИЗАЦИЯ
И ИССЛЕДОВАНИЕ
ИСКУССТВЕННЫХ
ПЕРИОДИЧЕСКИХ
ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ
СТРУКТУР
(МЕТАМАТЕРИАЛОВ)
С ОСОБЫМИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТ-
НЫМИ СВОЙСТВАМИ
НА ОСНОВЕ
СВЕРХПРОВОДЯЩИХ
ЭЛЕМЕНТОВ —
«МЕТА-АТОМОВ»



Основными элементами исследуемых структур являются высокочастотные тонкопленочные СВЧ-резонаторы и сверхпроводящие резонансные системы, которые проявляют макроскопические квантовые свойства, присущие обычно отдельным атомам и молекулам. Для исследования таких систем лаборатория оснащается самым современным низкотемпературным и микроволновым оборудованием.

Лаборатория «Сверхпроводящие метаматериалы» создана в рамках гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях. Научные задачи связаны с реализацией и исследованиями искусственных периодических тонкопленочных структур (метаматериалов) с особыми электромагнитными свойствами на основе сверхпроводящих элементов — «мета-атомов».

В отличие от метаматериалов, созданных к настоящему времени на основе нормальных металлов, элементы сверхпроводящих метаматериалов могут быть миниатюрными (субмикронными) и обладать при этом ничтожными энергетическими потерями. Кроме того, использование сверхпроводящих (джозефсоновских) структур дает возможность перестраивать полосу частот передаваемых сигналов, а также использовать квантовые эффекты для реализации новых функциональных электромагнитных свойств.

В настоящее время в лаборатории работают 23 сотрудника, семь сотрудников лаборатории имеют ученую степень доктора наук и пять — ученую степень кандидата наук.

Новая лаборатория стартовала фактически в ноябре 2011 г. Об интересе к сверхпроводящим метаматериалам и «сверхпроводящим искусственным мета-атомам» свидетельствует уже тот факт, что вступительный семинар лаборатории собрал в качестве планируемых участников совместных исследований более 20 известных российских и зарубежных ученых.

К настоящему времени сотрудниками лаборатории разработаны концепции основных структур, выполнены расчеты их характеристик. Проведены экспериментальные исследования первых резонаторных структур, демонстрирующих уникальные параметры. На втором этапе планируется создание в МИСиС современной технологической базы для получения многослойных тонкопленочных структур. ♦

Лаборатория «Неорганические наноматериалы»

Дмитрий Гольберг
профессор, директор центра
нанотрубок и международного
центра наноархитектоники,
Национальный институт
материаловедения, Цукуба,
Япония

Научно-исследовательская лаборатория «Неорганические наноматериалы» создана приказом ректора НИТУ «МИСиС» от 03.10.2011 на основании результатов публичного конкурса на получение грантов Правительства РФ, решением совета по грантам Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

Развитие современных производственных процессов и нанотехнологий требует создания новых материалов с уникальным сочетанием различных функциональных характеристик — механических, тепловых, электронных и т.д. Ожидается, что нанотрубка, представляющая собой сплошной наноразмерный цилиндр, образованный графито-подобным слоем гексагонально-упакованных атомов углерода, и ее двумерный аналог графен станут революционными материалами XXI века, способными осуществить прорыв в науке о материалах. Будучи в 5 раз легче и в 100 раз прочнее стали, эти наноматериалы характеризуются рекордными значениями теплопроводности и обладают целым рядом других удивительных свойств.

Обычно такие наноматериалы представляют собой системы только из атомов углерода. Однако, существуют и другие системы, способные образовывать подобные структуры, например, нитрид бора — структурный близнец графита. Кроме того, известно, что нанотрубки и атомарно-гладкие слои могут также быть образованы некоторыми неорганическими соединениями, в частности, дихалькогенидами. Такие неорганические наноструктуры долгое время находились в тени своих широко обсуждаемых углеродных «родственников», поэтому возможность их промышленного применения до сих пор остается недооцененной.

Основной целью научно-исследовательской лаборатории «Неорганические наноматериалы», является раскрытие возможности использования наноматериалов BN для создания конструктивных материалов на основе сверхлегких металлических матриц, а также разработка упрочняющих наполнителей, в состав которых войдут нанотрубки и графены для покрытий. С использованием этих неорганических наноматериалов заветная мечта многих инженеров, работающих в автомобильной, авиационной, медицинской и космической промышленности — получить легкий, прочный и теплопроводящий материал — может стать реальностью. ♦

В рамках проекта будут решаться следующие задачи:

- синтез нанотрубок и графеноподобных структур из нитрида бора и дихалькогенидов металлов с использованием методов высокотемпературного и химического осаждения из газовой фазы;
- создание металлических и керамических матриц, насыщенных неорганическими материалами в различных пропорциях с использованием методов порошковой металлургии, формирования из расплава, холодной прокатки и прессования;
- морфологический и структурный анализ нанокомпозитных материалов с помощью современных методов сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии и сканирующей зондовой микроскопии;
- изучение механических свойств полученных материалов с помощью различных видов деформации во всевозможных температурных условиях;
- оптимизация производственных процессов для создания ультралегких и сверхпрочных металлических и керамических нанокомпозитов и нанопокровов для конструктивных материалов и медицинских применений.

Научно-исследовательский центр «Конструкционные керамические наноматериалы»

Александр Мукасян

д. ф-м. н., директор лаборатории электронной микроскопии, профессор Университета Нотр-Дам, США



Керамические изделия, полученные в режиме горения

Научно-исследовательский центр «Конструкционные керамические наноматериалы» создан приказом ректора НИТУ «МИСиС» от 01.05.2011 в рамках спонсорской программы, финансируемый со стороны ООО «Строй-новация», входящего в ООО «Группа «Сумма». Основной целью данного проекта является создание нового научного технологического направления «Керамические наноматериалы: синтез горением».

Последние исследования в области синтеза наноматериалов в режиме горения, которые наиболее активно ведутся в лабораториях университетов США, Китая и Индии, позволили выделить несколько перспективных направлений, включающих активированный синтез в гетерогенных безгазовых системах, горение золь-гелиевых растворов и горение реактивных нано-пленок. Совсем недавно получены принципиально новые результаты, позволяющие прогнозировать создание уникальных эффективных технологий синтеза неоксидных наноматериалов, включая чистые металлы и сплавы, а также керамики и композиты.

В НИЦ ведутся исследования в следующих направлениях: химически и механически активированный синтез керамических нанопорошков, например карбидов кремния (SiC) и бора (B₄C), исследования особенностей их спекания с целью создания технологии получения беспористых керамик на их основе; синтез нанопорошков металлов (Fe, Ni, Cu) их сплавов и неметаллов (Si) методом горения золь-гелиевых растворов с целью создания новых катализаторов для получения водорода, а также литиевых батарей; исследования горения реактивных нанопленок с целью создания технологий соединения тугоплавких и разнородных материалов.

Работа в данных направлениях нацелена на исследования ряда фундаментальных задач, среди которых следует выделить следующие проблемы:

- механизмы массопереноса в гетерогенных наносредах;
- механизмы структурообразования нанофаз при горении растворов;
- теоретические и экспериментальные исследования процессов формирования кристаллической и микро структур многослойных реакционных нанопленок. ◆

НИЦ укомплектован уникальным оборудованием, включая высокотемпературную (до 2400 °C) установку горячего прессования (усилие 65 кН), DSP 515 (Dr. Fritsch, Германия) и установку искрового (ток до 5000 А) плазменного (температура > 2000 °C) спекания, LaBox-650 (SINTER LAND INC., Япония).

Лаборатория «Деформационно-термические процессы»

Рудольф Кавалла

профессор, доктор-инженер, директор института ОМД Фрайбергской горной академии

Лаборатория «Деформационно-термические процессы» создана в составе института ЭкоТех НИТУ «МИСиС» 30 декабря 2011 г. в рамках программы развития научных исследований, выполняемых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях. Штат лаборатории укомплектован молодыми специалистами кафедр ПДСС, МЦМ, ТОТП и ФизХим.

Лаборатория оснащена уникальным современным исследовательским оборудованием: закалочным и деформационным дилатометром DIL805 A/D фирмы Baehr Thermoanalyse GmbH (Германия) и комплексом для физического моделирования и динамических термомеханических испытаний Gleeble System 3800 фирмы DSI (США). Данное оборудование позволяет исследовать и моделировать влияние технологических параметров на стадиях обработки материалов, начиная от лития и кристаллизации и заканчивая финишной отделкой, на формирование показателей качества готовых изделий. Возможно моделирование каждого процесса обработки в отдельности: моделирование формирования микроструктуры и свойств, с последующей оптимизацией технологических параметров обработки материалов с целью минимизации энергозатрат и материальных ресурсов.

Перспективным является разработка новых инновационных материалов и технологии их обработки. Лабораторией ведутся исследования технологии производства легких сплавов и планируются проведение научно-исследовательских работ в области листопрокатного и трубного производства. ◆

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ



Оборудование лаборатории позволяет исследовать влияние термомеханической обработки на структуру и свойства металлов и сплавов, моделировать большинство металлургических процес-

сов, с целью разработки и оптимизации ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов обработки металлов для получения требуемого комплекса свойств готовых изделий.

Научное издание

Наука МИСиС 2011

Сборник статей

Редактор: Ольга Дворецкая
Корректор: Елена Чупрова

Дизайн и верстка:

людиpeople

129085, г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1, офис 18

Тел.: +7 (495) 988-18-06 | vashagazeta.com

E-mail: ask@vashagazeta.com

Генеральный директор: Владимир Змеющенко

Арт-директор: Максим Гелик

Старший дизайнер: Александра Марочкова | Дизайнеры: Юлия

Ильина, Наталья Тихонкова | Бильд-редактор: Валерий Дегтярев

Цветокорректор: Александр Киселев

Подписано в печать 12.05.2012. Формат 60х90 1/8.
Печать офсетная. Печ. л. 14,25. Тираж 300 экз. Заказ №3561

Издательский Дом МИСиС
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4
Тел.(495) 638-4522
idmisis@misis.ru

Отпечатано в Полиграфическом комплексе Издательского Дома МИСиС
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4
Тел. (499) 236-76-17

www.misis.ru

