

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СООБЩЕСТВЕ МЦНТИ

Проблемы
современного
прикладного
материаловедения

2012

Инновационные процессы в сообществе МЦНТИ

Проблемы современного прикладного материаловедения

Введение.....	1
Азербайджанская Республика.....	3
Республика Беларусь.....	11
Грузия.....	37
Республика Молдова.....	51
Российская Федерация.....	65
Румыния.....	79
Украина.....	97
Южно-Африканская Республика.....	125
Словацкая Республика.....	131
Чешская Республика.....	155

Перепечатка материалов возможна только с разрешения авторов и с обязательной ссылкой на сборник «Инновационные процессы в сообществе МЦНТИ», © МЦНТИ



Кодола В.Е.
Директор МЦНТИ

В соответствии с решением 62 заседания Комитета Полномочных Представителей стран-членов МЦНТИ штаб-квартирой Центра на базе авторских материалов подготовлено для представления на КПП-63 пятое издание из цикла «Инновационные процессы в странах Сообщества МЦНТИ» - международный информационно-аналитический сборник «Проблемы современного прикладного материаловедения».

Актуальность тематики сборника несомненна, поскольку современное материаловедение, являясь междисциплинарной наукой, призвано обеспечить научно-технический прогресс и устойчивое развитие экономики стран за счет внедрения новых высококачественных материа-

лов повышенной эксплуатационной надежности, способствующих росту и увеличению интенсивности энергосберегающих технологий, расширению сырьевой базы, созданию машин и механизмов с улучшенными характеристиками.

Последние десятилетия характеризуются ускоренным развитием ряда отраслей новой техники, что требует создания металлических и неметаллических материалов с улучшенными или принципиально новыми физическими, химическими и механическими свойствами. Таким образом, материаловедение – одно из ключевых направлений, обеспечивающих научно-техническое и инновационное развитие национальных экономик, и его высокий уровень является индикатором принадлежности страны к мировым технологическим державам.

В сборнике, сформированном в виде отдельных разделов по странам, представлены аналитические материалы и результаты исследований в области материаловедения специалистов из стран-членов МЦНТИ и его партнеров (Азербайджана, Беларуси, Грузии, Молдовы, России, Румынии, Украины, ЮАР, Словакии и Чехии): научных, образовательных и инновационных организаций, специализирующихся в сфере материаловедения.

Важно отметить, что авторы представленных статей делали упор на материалы материаловедческих проблемах, наиболее близких им в силу развития тех или иных направлений научно-технического прогресса своих стран.

Например, Азербайджаном представлены разработки в области новых материалов, связанные с поддержкой развития нефтехимического комплекса; Беларусью дан значительный спектр работ по прикладному материаловедению в сфере микроэлектроники и обработки поверхностей сложных деталей; Румынией представлены публикации по изучению фундаментальных свойств современных материалов; интересные подборки работ по новым материалам получены от Молдовы, России, Украины. Проблеме использования новых материалов в медицине посвящена публикация, поступившая из Грузии.

Особое место занимает материал из ЮАР, посвященный проведенному в этой стране совместному с МЦНТИ и ОИЯИ семинару «Проблемы nanoиндустрии и современное материаловедение». В сборнике широко представлены также материалы из Словакии и Чехии. Первый материал - практически является кратким обзором тех организаций в Словацкой Республике, которые работают в сфере материаловедения. Из Чехии представлены разработки в области современного материаловедения, удостоенные наград на проводимой Ассоциацией инновационного предпринимательства Чешской Республики ежегодной неделе исследований, разработок и инноваций.

Составители сборника надеются, что представленные в нем материалы будут не только интересны читателям в плане познания нового, но и позволят расширить научно-техническое инновационное сотрудничество стран-членов МЦНТИ и стран-партнеров Центра.

АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА



Материалы представлены ЦНИ НАНА

Материаловедение

АЗБ-01

Перспективность использования реактора «кипящего слоя» для непрерывного производства хлоруглеродов и наноструктурных углеродных кластеров

Назначение

Изготовление высококачественных материалов повышенной эксплуатационной надежности

Описание

Для изготовления высококачественных материалов с высокой эксплуатационной надежностью необходимо создание эффективных технологических реакторов, к числу которых относится вертикальный цилиндрический реактор «кипящего слоя», широко применяемый для непрерывного получения газообразных, жидких и твердых продуктов, выделения мелкодисперсных частиц различной геометрии, эффективного отвода экзотермического тепла в ряде химических процессов.

Важной особенностью такого реактора является эффективность парофазного окислительного галогенирования углеводородов с использованием в качестве исходного агента побочных отходов ряда процессов хлорирования и бромирования, хлористого или бромистого водорода.

Авторами впервые показана возможность использования природных минералов – перлита и обсидианов. Применение этих минералов в виде мелкодисперсного катализатора в реакторе «кипящего слоя» позволяет эффективно осуществлять с высокими выходами каталитическое получение таких хлоролефинов, как хлористый винил, хлористый аллил и изокротил, подавая в реактор смеси углеводорода (этилен, пропилен, изобутилен), хлористого водорода и воздуха в необходимых мольных соотношениях. Подобраны режимы (скорость подачи, температура, мольные соотношения компонентов) для лабораторных (стеклянных) и пилотных (металлических) реакторов. Показана возможность осуществления безотходных экологически чистых процессов производства промышленно используемых мономеров и других хлорорганических соединений.

Еще одним преимуществом реактора «кипящего слоя» является возможность использования принципа полусквозного потока мелкодисперсных частиц твердых порошков (носителей).

Обычно для получения мелкодисперсных частиц твердых материалов, используемых в качестве катализаторов, наполнителей для полимерных композиций порошковой металлургии и

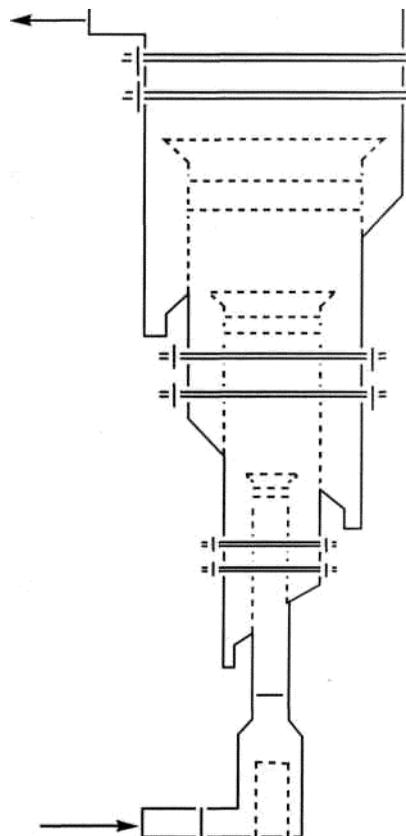


Рис.1 Сепаратор сыпучих материалов

других сыпучих материалов широко применяется метод сеялки. Недостаток метода - низкая производительность и получение дисперсных материалов различной геометрической формы и плотности. Авторам простым изменением диаметра и высоты цилиндрической части реактора удалось использовать эти конструкции для разделения мелкодисперсных порошков по плотности и геометрии частиц. В результате предложен патентоспособный сепаратор (Рис.1) сыпучих материалов, используемый в опытно-промышленном масштабе, позволяющий отделить сферические порошковые частицы от частиц другой формы. Показано, что применение таких порошков в реакторе «кипящего слоя» обеспечивает более стабильный процесс хлорирования и оксихлорирования углеводородов, а также увеличивает общую продолжительность работы реактора.

Таким образом, достигнута цель использования реактора «кипящего слоя» для эффективного непрерывного производства хлоруглеродов, хлоролефинов, наноструктурных углеродов, твердых материалов (катализаторов, порошковых металлов).

Преимущество перед аналогами

1. Реакции хлорирования, в том числе высокотемпературного (заместительного, присоединительного, деструктивного, исчерпывающего) протекают без взрывов благодаря эффективному отводу экзотермического тепла через стенку реактора.

2. Непрерывность получения моно-, ди-, три- и полихлорированных углеводородов (в том числе хлоруглеродов) в одну стадию с высокими выходами целевых продуктов.

3. Возможность варьирования числа и соотношения реагирующих компонентов, времени их контакта.

4. Использование мелкодисперсных теплоносителей и катализаторов различной конфигурации (формы), влияющих на ход реакции хлорирования в целом.

5. Варьирование температуры реакции и поддержание процесса с учетом экзотермического типа реакции хлорирования.

6. Широкое варьирование высоты «кипящего слоя» изменением скорости подачи и соотношения реагирующих компонентов, необходимых для оптимизации параметров реакции (температуры, давления, времени контакта).

7. Возможность параметризации конструкции реактора оптимизацией его высоты и диаметра, а также выбора степени дисперсности и геометрии порошковых частиц.

8. Получение моно-, ди-, поли- и исчерпывающее хлорирование в едином реакторе при изменении параметров процесса.

9. Осуществление индивидуальных или суммарных реакций - заместительной, присоединительной, деструктивной, ароматизации, циклизации и других в одну стадию.

10. Возможность проведения на специальных катализаторах (природные минералы: перлит, обсидиан) безотходных реакций окисления хлористого водорода в хлор или окислительного хлорирования углеводородов с использованием хлористого водорода, воздуха или хлора, углеводорода и воздуха.

Стадия разработки

Имеется патент Азербайджана.

Разработка готова к внедрению.

Предложения по сотрудничеству.

Продажа патентов.

Продажа лицензий.

Продажа технической документации.

Контактная информация

Институт Полимерных Материалов НАНА

Салахов М.С., Багманов Б.Т.

salahov_mustafa@mail.ru

АЗБ-02

Термомеханическая штамповка аустенитной жаропрочной стали с наноразмерной структурой

Назначение

Изготовления оправок автоматического стана с большой износостойкостью и жаропрочностью.

Описание

Разработан режим термомеханической обработки изделий штамповкой с целью получения аустенитной жаропрочной стали с наноразмерной структурой.

Для этого были проведены следующие операции: закалка + холодная штамповка + отпуск. Установлено, что в стали протекают два процесса: низкотемпературный – при 200°C и высокотемпературный – при 700°C.

Исследование проведено на образцах промышленной стали состава: 0,45% С; 14,5% Cr; 14,2% Ni, 2,1% Nb; 0,38% Mo; 0,6% Si; 0,3% Mn.

В целом можно отметить:

- с увеличением степени деформации при холодной штамповке непрерывное измельчение областей когерентного рассеивания, что объясняется появлением при деформации частиц различных фаз. Это приводит к измельчению субструктуры и, возможно, фрагментации в процессе динамического возврата;
- увеличение с ростом степени обжатия после умеренной деформации при высокотемпературном старении неоднородных микроискажений такие искажения после старения уменьшаются в связи с интенсивным измельчением субструктуры;
- протекание в стали двух процессов: низкотемпературного – при 200°C, связанного с образованием локального упорядоченного состояния, и высокотемпературного – при 700°C, обусловленного процессами старения (отпуска);
- для изучения тонкого старения необходимо проведение углубленного рентгеноструктурного исследования.



Стадия разработки

Проведены НИР.

Требуется доработка процесса.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации

Контактная информация

Азербайджанский Технический Университет, кафедра «Металлургия и материаловедение»

Гусейнов Б.Г., Намазов С.Н., Бабанлы М.Б.

Эл. почта: salahov_mustafa@mail.ru

АЗБ-03

Новые азотсодержащие алкилфенолятные присадки к моторным маслам

Описание

Создание нового оборудования выдвигает возрастающие требования к качеству применяемых смазочных масел. Развитие техники также требует постоянного их совершенствования. Это требует, как правило, скоординированных действий.

Получение моторных масел различного функционального назначения с высокими эксплуатационными показателями немыслимо без применения присадок к ним.

Одним из перспективных направлений в области разработки и применения таких присадок является получение соединений многофункционального действия.

В составе современных смазочных композиций широкое применение нашли алкилсалицилатные присадки, обладающие высокими моющими и термоокислительными свойствами, которые с увеличением щелочности усиливаются. Однако такие присадки в промышленности получают по многостадийной и сложной технологии.

В работе приведены результаты синтеза и исследований новых присадок ИХП-150 и ИХП-156, имеющих как и алкилсалицилатные присадки в своем составе карбоксилатную и алкилфенолятную группы, но, в отличие от последних, содержащих в составе также атом азота.

Присадки ИХП-150 и ИХП-156 представляют собой карбонатированные кальциевые соли продукта конденсации алкилфенола с формальдегидом и аминокусусной кислотой или п-аминобензойной кислотой и имеют щелочное число 145-165 мг КОН/г. Присадки получают по простой и экологически чистой технологии.

Наличие в их молекуле атома азота и карбоксилатной группы, а также катиона кальция обеспечивает высокие эксплуатационные свойства присадок.

ИХП-150 и ИХП-156 превосходят по антикоррозионным свойствам товарные присадки МАСК и ВНИИНП-714. Их высокая эффективность подтверждается результатами лабораторных испытаний как в индивидуальном виде, так и в составе моторного масла.

Многофункциональные присадки ИХП-150 и ИХП-156 изучены в составе моторных масел М-10Г2 и М-12ВБ. Результаты лабораторных испытаний показали, что разработанные опытные масла по физико-химическим и функциональным свойствам соответствуют нормам стандартов, не уступают по эксплуатационным показателям зарубежным аналогам фирмы Shell.

Технология производства указанных присадок отработана на опытно-промышленной установке Института и может быть использована в нефтехимической промышленности для создания эффективных моторных масел.

Промышленное производство этих присадок можно осуществить совместно сотрудниками института и нефтеперерабатывающих заводов России, Украины, других заинтересованных стран.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте АР – Грант №ЕІF-2011-1(3)-82/57/4.

Контактная информация

Кязим-заде А.К., Нагиева Э.А., Мамедова А.Х., Мамедова Р.А., Насирова С.И.

Институт Химии Присадок им. акад. А.М. Кулиева НАН Азербайджана

г. Баку, Бейюкшорское шоссе, квартал 2062.

Телефон: 514-96-12, факс: 214-96-10

Эл. почта: aki05@mail.ru

АЗБ-04

Изнашивание наноповерхностей самосмазывающегося подшипника скольжения

Назначение

Решение контактных задач с учетом изнашивания самосмазывающихся нано- и макро- поверхностей

Описание

Подшипники скольжения (ПС) являются одним из важных узлов современных машин и механизмов. ПС работают в условиях относительного скольжения поверхности цапфы по вкладышу подшипника и являются одним из тяжело нагруженных соединений.

Для изготовления ответственных деталей ПС, работающих в экстремальных условиях, рекомендуется применять самосмазывающиеся материалы. Подбор их для ПС имеет важное научное и практическое значения, обеспечивает надежную работу последних.

Работа ПС в режиме самосмазывания обеспечивается за счет находящегося в порах спеченного материала масла, которое вводится в изделие пропиткой после его спекания. Такие подшипники имеют преимущество при работе в местах, труднодоступных для подачи смазки. При подобной постановке задачи самосмазывающиеся ПС могут работать в режиме граничного трения.

Решение контактных задач с учетом изнашивания нано- и макроповерхностей ПС имеет важное значение для прогнозирования их долговечности.

Рассмотрены подходы математического моделирования к изнашиванию вкладыша ПС из самосмазывающегося материала с учетом контактной деформации. Выведено дифференциальное уравнение контактного условия этого подшипника. Разработана методика определения интенсивности изнашивания вкладыша ПС, изготовленного из самосмазывающегося материала.

Разработанная методика для оценки интенсивности изнашивания ПС позволяет управлять изнашиванием подшипника. Исследования показывают, что при интенсивном изнашивании подвижного сопряжения ПС с определенной величины зазора начинают значительно возрастать динамические нагрузки, вибрация и шум. В конечном итоге это влияет на его долговечность.

На основе разработанной методики можно определить оптимальное значение изнашивания и зазора, при котором не нарушится надежная работа ПС.

Стадия разработки

Проведена НИР по компьютерному моделированию.

Предложение по сотрудничеству

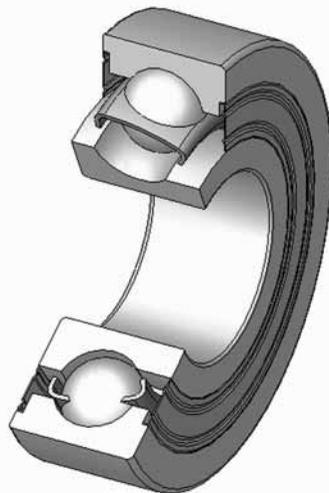
Продажа технической документации.

Контактная информация

Азербайджанский технический университет

В.И. Бахшалиев

Эл. почта: v_bakhshaliev@mail.ru



РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



Развитие прикладного материаловедения в Республике Беларусь



И. Войтов,
д.т.н., Председатель
ГКНТ РБ



А. Бусел,
д.т.н., проф., директор
БелИСА



И. Плющевский,
к.т.н., с.н.с.
БелИСА

Основная цель работ в области материаловедения в Республике Беларусь - повышение технического уровня и конкурентоспособности продукции, обеспечение импортозамещения созданием перспективных металлических, керамических, полимерных, композиционных и других материалов с использованием высокоэффективных технологий и оборудования для получения изделий и покрытий, обладающих требуемым комплексом функциональных свойств.

Развитие физико-химической науки позволило разработать способы направленного регулирования структурообразования в гетерогенных системах, к которым относится большинство современных композиционных материалов. Интенсивность связей на границе структурных элементов в таких материалах определяется технологическим режимом обработки исходных компонентов с использованием физических факторов воздействия и химических реагентов.

Нереагентная обработка состоит в превращении механической, тепловой, электрической и других видов энергии в потенциальную физико-химическую энергию будущих структурных элементов. Обычно такая энергия концентрируется на поверхности, обуславливая уровень взаимодействия в зоне контактов. Поскольку устойчивость композиционных материалов к внешним воздействиям определяется, главным образом, степенью взаимосвязи структурных элементов, изменяя режимы обработки можно управлять свойствами материалов и изделий на их основе.

Свойства поверхности структурных элементов можно изменять также химической обработкой с использованием специальных реагентов и поверхностно-активных веществ. В зоне контактов образуются новые соединения, способные активно взаимодействовать с образованием прочных связей. Поскольку вышеуказанные процессы происходят в основном на молекулярном уровне, актуальной становится нанотехнология, обеспечивающая упрочнение зоны контактов с помощью различных соединений, например, фуллеренов, синтеза новообразований на субмикронном уровне, обработки поверхности ультрадисперсных порошков активирующим излучением.

Задачи материаловедения в Беларуси решаются при выполнении государственных научно-технических программ: «Кристаллические и молекулярные структуры», «Наноматериалы и нанотехнологии», «Механика», «Материалы в технике», «Полимерные материалы и технологии», «Новые материалы и технологии», «Микроэлектроника», «Оптотех», «Машиностроение», «Химические реагенты и материалы», «Металлургия». Выполняются различные научно-технические проекты, финансируемые Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований. В технической науке существуют традиции в области разработок и производства новых промышленных материалов и технологий. Среди основных исполнителей следует отметить академические учреждения, а именно: НПО Институт порошковой ме-

таллургии, сформировавший в своих недрах Институт сварки и Институт импульсных процессов, Физико-технический институт, Институт механики металлополимерных систем, Объединенный институт машиностроения и, недавно созданный на базе Института физики твердого тела, научно-практический центр по материаловедению, в состав которого входят Институты прикладной физики, химии новых материалов, технической акустики, технологии металлов, ОП РУП «Феррит», РУП «СКТБ «Металлополимер», НВ РУП «Элкерм», РНП УП «Диатех», РП УП «Техномаг».

Основные цели центра - проведение НИР и ОКР в области физического и физико-химического материаловедения. Решаются задачи по созданию новых магнитных, сегнетоэлектрических, полупроводниковых, металлических, сверхпроводящих, сверхтвердых и оптических материалов в виде кристаллов, керамики, неупорядоченных систем, наноматериалов и наноструктур. Разрабатываются методы и технологии получения композиционных органических и неорганических материалов и изделий на их основе, методы и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики материалов и изделий.

На основе разработанной Центром технологии получения сильных постоянных магнитов созданы высокопроизводительные и малоэнергозатратные сепараторы очистки и обогащения рудных и нерудных материалов на горно-обогатительных комбинатах, стекольно-керамических производствах, предприятиях переработки вторичного сырья, в пищевой промышленности. Разработан уникальный обрабатывающий инструмент на основе высококачественных сверхтвердых материалов (искусственные алмазы и кубический нитрид бора). Созданы новые керамические и ферроэлектрические материалы и элементы. Разработаны оригинальные технологии получения синтетических драгоценных камней – кристаллов изумруда, что позволило наладить мелкосерийное производство ювелирных украшений.

В нанотехнологиях разрабатываются ультрадисперсные алмазы, образующиеся при быстром охлаждении продуктов детонации взрывчатых веществ. Детонационный синтез во взрывных камерах наиболее дешевый и технологичный способ промышленного производства алмазов. Такие алмазы применяются для модификации структуры и повышения свойств гальванических, ионно-плазменных и микродуговых оксидных покрытий, суперфинишной обработки и смазки. Уникальность имеющих округлую форму наноалмазов, диаметр 4...7 нм и удельную поверхность $300 \pm 30 \text{ м}^2/\text{г}$, состоит в сочетании алмазной структуры, твердости и химической инертности с агрегативной и седиментационной устойчивостью.

С использованием импульсного катодно-дугового распыления разработаны технология и оборудование для получения высококачественных износостойких алмазоподобных азотосодержащих покрытий пар трения и технологической оснастки. Применение электромагнитного сепаратора углеродной плазмы обеспечивает удаление с поверхности пленок микрочастиц размером $\geq 6 \text{ мкм}$ и сокращение в 20...25 раз количества частиц в 1...5 мкм. Это позволяет получать качественные покрытия толщиной 165 нм за 1000 импульсов при скорости в 3 раза более высокой, чем скорость осаждения в вакууме. Коэффициент трения ($\varphi \sim 0,09$) азотосодержащих покрытий значительно меньше чем у безводородных и гидrogenизированных. Это связано с наличием поверхностного слоя, обогащенного наноразмерной графитоподобной фазой. Покрытия позволяют повысить ресурс узлов трения в 3 раза. Их использование для технологической оснастки при производстве пластмасс обеспечивает высокие антипригарные свойства и повышение срока ее службы в 10 раз по сравнению с хромовыми гальванопокрытиями.

В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси разработаны методы наноплакирования порошков кубического нитрида бора и алмаза бором, титаном, кремнием и аморфным углеродом, получения алмазных поликристаллов из наноалмазов, методы формирования из них сверхтвердых материалов для обработки цветных металлов, закаленных сталей и керамики.

Развивается применение наноструктурных материалов, прежде всего на основе детонационного синтеза наноалмазов, промышленное производство которых освоено на НП ЗАО «Синта» в виде восьми модификаций ультрадисперсных алмазов, различающихся фазовым составом, степенью очистки, величиной и знаком заряда поверхности. Успешное освоение мощностей по выпуску наноалмазов позволило перейти от лабораторных к промышленным технологиям применения этого материала в ключевых для республики отраслях.

Среди работ, проводимых Научно-практическим центром материаловедения, можно отметить принципиально новую технологию получения высокодисперсных силуминовых модификаторов для модифицирования микроструктуры заготовок из сталей, чугунов, латуней, бронз и силуминов. Такие литые мо-

дификаторы более дешевые, поскольку изготавливаются из вторичных материалов и содержат меньше активных элементов.

Создан ряд импортозамещающих и экспортоориентированных полимерных композиционных материалов для машиностроения, электротехнической промышленности, общетехнического назначения. На РУП «Минский тракторный завод» внедрена жаростойкая сталь с пониженным содержанием никеля. Успешно прошли производственные испытания поддоны для термических печей из этой стали.

На ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» внедрены методики диагностирования ответственного технологического оборудования, основанные на применении акусто-эмиссионного, магнитного, ультразвукового и капиллярного методов неразрушающего контроля. Для Минздрава Беларуси разработаны сплавы с памятью формы, эндопротезы тазобедренного сустава.

Достижения в области высокоэффективных солнечных элементов и модулей, электронных датчиков, новые технологические решения по созданию многослойных электромагнитных экранов для защиты бортовой аппаратуры космических аппаратов позволили Центру начать в рамках программы Союзного государства «Космос-НТ» совместные работы с Институтом космических исследований РАН (Москва).

Работы ряда исследовательских учреждений в области материаловедения связаны с созданием новых материалов в области порошковой металлургии и керамики, композиционных, наноразмерных и сверхтвердых композитных покрытий, сварки, в том числе с использованием динамических и импульсных методов нагружений. Разрабатываются технологии нанесения защитных, упрочняющих, износостойких и биосовместимых покрытий, создаются многофункциональные, специализированные и многокомпонентные материалы на основе термодинамически стабильных соединений. Развиваются научные и технологические основы создания и обработки новых конструкционных материалов, в том числе высокоэнергетическими источниками.

Можно отметить следующие направления:

- научные подходы с использованием компьютерного моделирования к управлению свойствами композиционных порошковых материалов на металлической основе с включениями твердой (мягкой) фазы, особенностям их макроструктуры и поведения при внешнем силовом и температурном воздействиях;
- принципы создания и управления структурой и свойствами нанокристаллических композиционных материалов различного назначения;
- создание методами порошковой металлургии для процессов горения, фильтрации и катализа пористых материалов с организованной структурой;
- исследование тепло- и массообмена в пористых порошковых материалах с нерегулярной поровой структурой;
- получение композиционных порошков заданного состава механическим легированием, грануляцией, самораспространяющимся высокотемпературным синтезом (СВС), нанесение функциональных защитных покрытий из порошковых материалов;
- теоретические и технологические основы модифицирования материалов микроплазменными методами в условиях управляемого электрического разряда;
- обоснованные подходы к созданию новых композиционных электродных материалов на токопроводящих подложках с применением микроплазменных методов;
- исследование механизма упрочнения газотермически напыленных композиционных покрытий при обработке высококонцентрированными потоками энергии;
- физико-химическое межфазное взаимодействие при высокоскоростном ударном и импульсном воздействии, теоретические основы динамики высокоскоростного удара и механики деформируемого твердого тела по направлениям: сварка взрывом, взрывное компактирование, фокусировка ударных волн, разрушение конструкций;
- новые материалы, в том числе слоистые композиционные, керамика, конструкционные, порошковые, технологические процессы и оборудование для их синтеза взрывом при высоких давлениях, температурах и скоростях нагружения.

Весомый вклад в развитие материаловедения и технологий вносят исследования в области лазерной и электронно-лучевой обработки поверхности, эффективных методов упрочнения, позволяющих

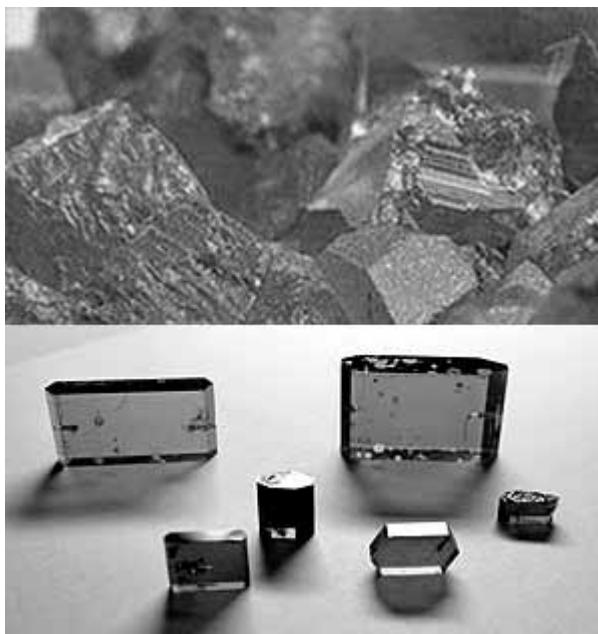
получить в поверхностном слое микро- и наноструктурированные материалы. Спектр технологий лазерного и электронно-лучевого модифицирования поверхности широк и позволяет улучшать почти все служебные характеристики поверхностей деталей машин. Целевые параметры (твердость, износостойкость и т.п.) могут быть повышены в 2 и более раз.

Следует отметить разработки Института порошковой металлургии, получившие национальное и международное признание. Институт является головной организацией по реализации НТП «Новые материалы» и «Ресурсосбережение», в рамках которых разрабатываются составы материалов и различные технологии их получения и применения. В частности, формирование медного покрытия методом магнетронного распыления на заготовках фрикционных дисков; композиционные антифрикционные и защитные слои на поверхностях сферических корпусных опор культиваторов, антифрикционные слои на шарнирных сопряжениях; высокоплотные биметаллические покрытия на деталях узлов трения гидросистем машин гиперзвуковой металлизацией; детали узлов трения роторной группы «ротор» и «пяты» аксиально-поршневых насосов; нанесение многослойных защитных покрытий в вакууме на накладки первичных преобразователей расхода газа ультразвуковых счетчиков; формирование покрытий с комплексным упрочняющим эффектом методом микроплазменного легирования с ультразвуковым модифицированием на поверхности деталей для машиностроения; изготовление антифрикционной пластичной смазки для защиты поверхностей трения на основе вакуумных нефтяных дистиллятов и отека масляного производства парафинов.

Разрабатываемые составы применяются для напыления износостойких, коррозионностойких и теплозащитных покрытий газопламенным высокоскоростным напылением. В частности, порошки на основе карбида хрома и титана позволяют формировать покрытия, работающие в условиях абразивного и эрозионного износа, коррозии до 700°C. Они рекомендуются для защиты деталей энергетического оборудования, ковочной оснастки, дробящих роликов, матриц для горячего прессования, вкладышей подшипников.

Порошки на основе алюминидов никеля обуславливают применение технологии нанесения защитных покрытий, стойких к эрозионному износу при повышенных температурах в условиях низко- и высокотемпературной коррозии в присутствии хлоридов для защиты энергетического оборудования, деталей производства и переработки химических волокон, восстановления и защиты от коррозии и износа соледобывающего оборудования. Порошки на основе алюминидов железа предназначены для нанесения покрытий, стойких к эрозионному износу при повышенных температурах в серосодержащей атмосфере. Рекомендуются для защиты энергетического оборудования, деталей изделий для газификации угля, механизмов, работающих с расплавленными солями. К высокотехнологичной продукции, разработанной Институтом относятся:

- конструкционные, триботехнические и специальные материалы и изделия из них (вкладыши стартера, подшипники скольжения, направляющие втулки, антифрикционные материалы различного применения, фрикционные диски, детали механических и паромеханических форсунок, синхронизирующие кольца коробок передач);
- материалы и изделия для электротехники и радиоэлектроники, техническая керамика;



- инструмент на основе сверхтвердых материалов, природных и искусственных алмазов (сверла, фрезы, круги, диски, сегменты, ролики);
- пористые фильтрующие и капиллярно-пористые материалы, изделия на их основе (пенометалл, фильтры для расплавов, сепараторы, тепловые трубы);
- материалы и технологии производства имплантов (протезирование челюсти, электроды для электростимуляции сердца, шейные и грудные позвонки, дентальные и офтальмологические композиционные импланты);
- материалы и технология нанесения покрытий;
- сварочные материалы, технологии и оборудование.

В области строительного материаловедения разрабатываются композиционные материалы, устойчивые к знакопеременным температурам, характерным для эксплуатации в условиях Республики. В Белорусском дорожном НИИ разработаны модифицированные бетоны с высокой морозо- и коррозионной стойкостью для монолитных и сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций мостовых сооружений и покрытий, подвергающихся воздействию противогололедных химических реагентов и других агрессивных факторов внешней среды. Прочность бетонов на сжатие - В30-В70, морозостойкость - F150-F300, водонепроницаемость - W20, водопоглощение по массе - менее 3%. Высокие эксплуатационные свойства бетонов достигаются за счет поверхностно-активных веществ, в частности, гиперпластификаторов, разработанных Белорусским НИИ строительства. Производство гиперпластификаторов ГП-1 налажено на мощностях химического комбината «БарХим».

В дорожном строительстве Беларуси широко используются эмульсионные технологии получения органических вяжущих и строительных материалов на их основе. При использовании коллоидной химии разработаны эмульсионно-минеральные масла с ускоренным сроком формирования, обеспечивающие быстрый набор прочности конструктивных слоев дорожного покрытия благодаря интенсивному отводу воды и формированию устойчивой структуры. Для повышения несущей способности автомобильных дорог в состав дорожно-строительных материалов вводится дисперсная арматура в виде синтетических волокон, стекловолокна из фуллеренов. Последние предложено наносить на поверхность мелкодисперсных вяжущих цементов и наполнителей – минеральных порошков, что позволяет армировать зону контактов в структуре композиционных материалов. Разработки проводятся в Белорусском национальном техническом университете.

За 2006-2010 годы реализовано 103 задания; созданы 239 объектов новой техники, в том числе: оборудование – 19; материалы, вещества, инструменты – 74; технологические процессы – 88. Создано и модернизировано 46 участков и производств.

Разработки Республики Беларусь в области материаловедения

БЕЛ-01

Композиционные антифрикционные алмазосодержащие материалы и изделия триботехнического назначения, элементы узлов скольжения для энергетического оборудования с алмазосодержащим слоем

Созданы технологии антифрикционных композиционных материалов с поверхностным слоем, модифицированным ультрадисперсными частицами углерода, для использования в тяжело нагруженных трибосопряжениях. Организовано производство элементов узлов скольжения энергетического оборудования.

Исследованы физико-механические свойства макрогетерогенных композитов с матрицей на основе кремнемарганцовистых бронз и железоуглеродистых армирующих гранул. Механические свойства композитов с диаметром гранул 1,00÷1,50 мм: прочность на сжатие 975÷990 МПа, прочность на изгиб 580÷660 МПа, ударная вязкость 0,18÷0,20 МДж/м.

Композит на основе бронзы БрКЗМц может быть рекомендован для давлений 5÷10 МПа до 100°C, на основе бронзы БрКЗМц10 - для давлений 10÷40 МПа до 150°C, на основе бронзы БрК5, 5Мц14 - для давлений 10÷20 МПа и температур до 250°C. Введение ультрадисперсных алмазографитных модификаторов в состав смазочного материала снижает коэффициент трения, повышает износостойкость, расширяет нагрузочно-скоростной и температурный диапазоны эксплуатации.

В условиях граничного трения фрикционной пары «композит-закаленная сталь 60Г» модифицирование добавками ультрадисперсной алмазографитной шихты эффективно при давлениях свыше 20 МПа. Модифицированную смазку допустимо применять на стадии приработки с обеспечением достаточно низкого коэффициента трения ($f=0,04\div0,05$) при практическом отсутствии износа.

Организовано производство композиционных материалов для узлов скольжения, изготовления низкоскоростных, тяжело нагруженных элементов, работающих в условиях повышенных температур.

БЕЛ-02

Сверхтвёрдый КМ на основе микропорошков алмаза и упрочнённого нанофазными частицами кубического нитрида бора, инструмент на их основе

Исследованы составы шихты для получения сверхтвёрдого КМ на основе микро- и нанопорошков кубического нитрида бора, алмаза, карбида титана, нитридов титана, добавок нанодисперсных порошков нитрида алюминия и порошков алюминия, никеля, молибдена и меди. Разработан синтез сверхтвёрдого КМ на основе кубического нитрида бора и алмаза. Разработан экспериментальный образец станка по шлифовке и полировке сложно фасонных поверхностей технологического инструмента повышенной износостойкости, проведены его лабораторные испытания. Осуществляется производство на этой основе технологического инструмента.

БЕЛ-03**Элементы узлов трения с композиционным хромалмазным покрытием**

Электрохимические покрытия на основе хрома, модифицированного ультрадисперсными алмазами для элементов узлов трения технологического оборудования.

Технические характеристики:

- повышение микротвердости – 1,4-1,5 раза;
- микротвердость покрытий – не менее 1100 единиц;
- снижение коэффициента трения на 30-40%;
- повышение износостойкости в 1,5-1,7 раза;
- удельная стоимость – от 3,0 USD/дм².

БЕЛ-04**Режущие пластины увеличенного размера из сверхтвердого КМ**

Применение – инструментальное производство в лезвийном инструменте для полустойкой и чистой обработки закаленных сталей, чугунов и других труднообрабатываемых материалов.

Разработана технология изготовления режущих пластин сверхтвердого КМ увеличенного размера на основе микропорошков кубического нитрида бора с использованием стальных аппаратов высокого давления.

Технико-экономические показатели:

- твердость по Кнупу – 32-45 ГПа;
- коэффициент вязкости разрушения – 10-13,5 МПа·м^{1/2};
- предел прочности сжатия – 2,6-3,2 ГПа;
- теплопроводность – 100-120 Вт/м·К;
- термостойкость на воздухе-1570 К.

БЕЛ-05**Процесс и установка для индукционной наплавки антифрикционных материалов**

Применение – изготовление биметаллических деталей вибрационных машин и устройств различных типоразмеров.

Процесс и установка предназначены для формирования антифрикционных слоев в поле центробежных сил на внутренних поверхностях деталей, работающих в условиях интенсивного вибрационного воздействия. В качестве исходного сырья используются порошки, отходы производства, изношенные изделия.

Технические характеристики:

- габариты биметаллических деталей: длина 100-550 мм; наружный диаметр 50-450 мм; толщина стенки 10-60;
- производительность установки, 10-12 деталей/час;

- толщина наносимого слоя, 2-50 мм;
- скорость вращения, 50 - 2500 об/мин;
- время изотермической выдержки, 5 – 15 мин;
- повышение срока службы деталей, 2-3 раз;
- пористость покрытия, 2-5%;
- твердость покрытия, 160-165 НВ.

Контактная информация

ГНУ «Объединенный институт машиностроения» НАН Беларуси
ул. Академическая, 12, 220072, г. Минск
Факс: (017) 284-02-41
E-mail: bats@ncpmm.bas-net.by

БЕЛ-06

Композиционные материалы, включающие наноразмерные компоненты

Новые композиционные керамические и металлокерамические материалы имеют наноразмерные адгезионно активные компоненты, обладающие повышенными диссипативными характеристиками и предназначены для деталей, работающих в термомеханических полях различной интенсивности. Определены составы химических реагентов для синтеза наноразмерных слоев, обеспечивающих требуемую структуру и состав КМ. Разработаны модели КМ повышенной работоспособности в условиях циклических и импульсных термомеханических нагрузок. Исследованы зоны взаимодействия компонентов, разработаны рекомендации по структурному дизайну КМ с повышенным ресурсом работы. Разработаны технологические инструкции нанесения керамических нанослоев (толщиной <80 нм) на металлические и керамические порошки.

Разработаны технологические подходы к управлению структурой и созданию новых КМ с наноразмерной компонентой; определены оптимальные составы с наноразмерными компонентами для изделий, работающих в переменных термомеханических полях; разработаны инструкции по изготовлению деталей из разрабатываемых КМ, изготовлены экспериментальные образцы, проведены испытания, определена эффективность работы новых изделий.

БЕЛ-07

Подшипники скольжения узлов трения автомобилей из порошковых композиционных материалов

Разработана технология изготовления деталей узлов трения для автотракторостроения из порошковых КМ на основе железа и меди с повышенной несущей способностью и организован их выпуск. Исследованы структура, механические и триботехнические свойства порошковых антифрикционных материалов для работы в условиях повышенного износа и механических нагрузок. Рекомендован порошковый КМ Cu-Sn-Fe с добавками дисульфида Mo, обеспечивающий твердость НВ - 80; разрушающее

усилие при радиальном сжатии - 3000-5000 Н; коэффициент трения - 0,021. Разработан типовой процесс, изготавливаются детали «вкладыш стартера» автомобилей из самосмазывающего порошкового RV с жидкими и твердыми смазками. Материал может заменять бронзу, что дает существенный экономический эффект. Освоен промышленный выпуск деталей «вкладыш стартера» автомобилей.

БЕЛ-08

Порошковые КМ на основе полимерных связующих самофлюсующихся компонентов высокой твердости; изготовление износостойких элементов режущих пар измельчителей кормоуборочных комбайнов, рабочих органов почвообрабатывающих машин, работающих в условиях интенсивного изнашивания

Проводены исследования по повышению надежности и долговечности элементов режущих пар измельчителей кормоуборочных комбайнов, рабочих органов почвообрабатывающих машин с покрытием, полученным электроконтактной наплавкой металлополимерных лент из композиционных порошковых смесей на основе износостойких самофлюсующихся сплавов. Изготовлены металлополимерные ленты на основе износостойких самофлюсующихся порошковых сплавов с полимерным связующим. Разработан технологический процесс нанесения электроконтактной наплавкой покрытий из этих лент на поверхность деталей, работающих в условиях интенсивных изнашивания и механического нагружения.

Спроектирована и изготовлена оснастка для изготовления деталей с покрытиями. Созданы экспериментальные и опытные партии порошковых смесей и детали с покрытиями. Проведены микроструктурные исследования и определены характеристики наносимых покрытий. Исследовано влияние режимов получения покрытий из разработанных металлополимерных лент на физико-механические свойства, структуру материала и переходной зоны. Спроектирована и изготовлена технологическая оснастка для изготовления биметаллических гаек.

Проведены микроструктурные исследования и определены физико-механические характеристики наносимых покрытий. Разработаны процессы подготовки и смешивания порошковых смесей для получения металлополимерных лент, а также нанесения покрытий на режущие пары и рабочие органы сельскохозяйственных машин.

БЕЛ-09

Высокопористый ячеистый материал на основе никеля и алюмооксидной керамики

Открытоячеистые неорганические пеноматериалы изготавливаются дублированием структуры пенополимеров и обладают развитой извилистой структурой из взаимосвязанных ячеек. Обладают предельно высокой пористостью и проницаемостью, контролируемым размером пор, высокой жесткостью, низкой плотностью. Возможно получение их с высокой термостойкостью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью, каталитической активностью. Применяются для нейтрализации выбрасываемых в атмосферу предприятиями опасных летучих органических соединений.

Область применения технологии:

- фильтрация вязких жидкостей, агрессивных или горячих (в т.ч. расплавов металлов) и газов, улавливание паров драгоценных металлов;

- катализ – в первую очередь экологический;
- нагревательные газовые системы радиационного типа;
- пламяпреградители, например, в сварочном производстве;
- электроды – в батареях, системах улавливания ионов;
- сверхлегкие конструкционные материалы.

Материалы обладают уникальным комплексом эксплуатационных характеристик для широкого спектра приложений.

БЕЛ-10

Пигменты – наполнители, оболочковые

Пигменты-наполнители могут быть использованы в качестве наполняющих и красящих агентов при производстве колеровочных паст, лакокрасочных водно-дисперсионных материалов, сухих строительных смесей, для окраски некоторых пластмасс, гипсоизделий и др. продукции.

Технические характеристики:

- мелкодисперсный порошок желтого, голубого или красного цвета;
- насыпной объем 2,2-3,0 дм³/кг;
- дисперсность, не более 15 мкм ;
- рН водной вытяжки 5-8;
- укрывистость, не более 100 г/м²;
- влажность не более 5%.

БЕЛ-11

Детали тормозного механизма автомобиля

Назначение –предприятия автомобильной промышленности. Антифрикционные детали на основе порошкового железа предназначены для установки в тормозном механизме автомобилей.

Технические характеристики:

- пористость, 18 - 20 %;
- твердость, 700 - 750 НВ;
- габариты: диаметр наружный 15-50 мм, высота 15-60 мм.

Антифрикционные материалы имеют компоненты, которые обладают улучшенными смазочными свойствами. Попадая на поверхность трения, компоненты снижают его, позволяя детали работать более эффективно, без лишней нагрузки и деформации.

БЕЛ-12**Получение твердосплавного сложнофазонного инструмента**

Область применения – инструментальное производство в нефте- и горнодобывающей, металлургической промышленности, машиностроении. Разработана технология производства твердосплавного инструмента, армированного сверхтвердыми материалами.

Технические характеристики:

- марка твердосплавной смеси ВК6;
- твердость, не менее 86,7 HRA;
- прочность на сжатие 3,8 ГПа;
- плотность 14,7 г/см³;
- содержание свободного углерода 0,16%;
- содержание х – фазы 0,02%.

Контактная информация

ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси

ул. Платонова, 41, 220005, г. Минск

Факс: (017) 210-05-74

E-mail: alexil@mail.belpak.by

БЕЛ-13**Синтез дисперсных порошковых композиций на основе Ti (Ti-W) для сварочных материалов и нанесения износостойких покрытий**

Разработана и внедрена технология синтеза дисперсных порошковых композиций на основе Ti (Ti-W) для сварочных материалов и нанесения износостойких покрытий. После смешения исходного порошка оксидов (Fe_2O_3 , Cr_2O_3) лишь небольшая часть (не более 5%) прореагировала с образованием оксида типа $Fe_xCr_yO_z$.

После механоактивации исходного порошка оксида Fe_2O_3 и графита небольшая часть (не более 5%) прореагировала с образованием сложного карбида типа Fe_xC_y .

Разработано два состава дисперсного порошкового материала на основе Ti (Ti - W) для изготовления сварочных материалов с целью нанесения износостойких покрытий: №1 (вес. %): C - 7,8; W - 16,9; Co - 1,0; Ti - 0,6; Fe - ост.; №2 (вес. %): C - 3,8; W - 10,3; Co - 1,5; Ti - 0,6; Fe - ост. Технология изготовления порошкового КМ внедрена. Организовано производство порошкового композиционного материала мощностью 3 т в год.

БЕЛ-14

Электроды для наплавки деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания при умеренных ударных нагрузках

Потребители - строительные и ремонтные предприятия, машиностроительный комплекс. Электроды предназначены для ручной дуговой наплавки деталей переменным и постоянным током прямой полярности, работающих в условиях абразивного изнашивания при умеренных ударных нагрузках в нижнем и слегка наклонном положениях и умеренных ударных нагрузках.

Для требуемых показателей использованы комплексные лигатуры, обеспечивающие повышенную износостойкость.

Основные контролируемые параметры:

- коэффициент наплавки – 9,0-9,2 г/А·ч;
- производительность наплавки – 2,0-2,1 кг/ч;
- расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,3 кг;
- твердость наплавленного металла 60-64 HRC;
- температура прокаливания °С – 180;
- используемые ферросплавы в покрытии электрода, %: ферромарганец 3,0-8,0; лигатура – 8,0-10,0.

БЕЛ-15

Формирование защитных покрытий на поверхности деталей машин и оборудования, штампов и режущего инструмента

Разработано формирование защитных покрытий на поверхности деталей машин и оборудования, штампов и режущего инструмента от интенсивного абразивно-механического износа методом микроплазменного воздействия и триботехнической обработки. Процесс позволяет продлевать сроки эксплуатации изделий широкой номенклатуры и типоразмеров с учетом условий их эксплуатации, гарантируя тем самым экономию дорогостоящих материалов, сокращение затрат на ремонт и электроэнергию.

Технические характеристики:

- увеличение износостойкости по сравнению с необработанным изделием 2-5;
- адгезия к подложке, 100%;
- микротвердость, 11,7-16,0 ГПа;
- толщина, мкм: для штампов 1-150; для инструмента 1-10;
- шероховатость, 0,3-0,6Ra; пористость, 7,0-8,5%;
- стоимость 1 см² покрытия в 10 мкм, 0,05-0,5 у.е./см²;
- энергоемкость, 0,2-0,5 кВт; производительность, 3,0-3,5 мин/см².

Контактная информация

ОХСП «Институт сварки и защитных покрытий»

220005, г. Минск, ул. Платонова, 12б

Тел.: (+375 17) 292-63-63

БЕЛ-16**Многослойный КМ повышенной прочности на основе алюмосиликатов**

Разработан многослойный КМ повышенной прочности на основе порошка алюмосиликатов. Созданы материалы с использованием методов изостатического прессования и высокотемпературного спекания шихты на основе порошка боя фарфоровых изделий.

Исследованы особенности изменения структуры материалов, обусловленные взаимодействием модифицирующих растворов олигомерных алюмофосфатов с поверхностью пористой алюмосиликатной керамики. Разработан регламент изготовления фильтрующих элементов, а также технические условия на них. Организовано производство фильтрующих элементов и устройств на их основе.

БЕЛ-17**Синтез и формирование свойств наноструктурированных керамических КМ для восстановления кости**

Исследован наноструктурированный биокерамический КМ на основе биоинертной и биоактивной керамики для восстановления костной ткани. Объектом исследования служила высокопористая наноструктурированная композиционная керамика с соотношением кальция к фосфору 1,67÷1,77. Для ее получения использовался природный материал, содержащий минеральные и органические примеси.

Разработана химическая модификация исходного сырья для получения наноструктурированного КМ. Установлены оптимальные режимы его предварительной очистки и химической модификации. Разработан метод твердофазного синтеза наноструктурированного КМ. Изучен его элементный и фазовый состав, установлены зависимости кристаллической структуры, физико-химических и механических свойств образцов композита от температуры термообработки. Получены образцы наноструктурированного материала для медико-биологических исследований.

Контактная информация

ГНУ «Институт общей и неорганической химии» НАН Беларуси

ул. Сурганова, 9, корп.1, 220072, г. Минск

Факс: (017) 284-27-03

E-mail: secretar@igic.bas-net.by

БЕЛ-18**Высокотеплопроводный керамический материал «Алнит» на основе нитрида алюминия**

Материал может быть использован в качестве подложки гибридных ИС, держателя СВЧ транзисторов вместо высокотоксичной керамики на основе окиси бериллия, для изготовления оснований резисторов.

Способ получения высокопроизводительен, исключает использование связующих, а также активирующих спекание добавок. Это обеспечивает высокую плотность и теплопроводность керамики на основе нитрида алюминия, в 4-6 раз выше, чем у известных материалов из оксида алюминия. В отличие от оксида бериллия он нетоксичен, обладает низкой стоимостью. Материал может быть изготовлен в виде пластин диаметром 10–26 мм и толщиной 1–5 мм. Способ получения материала защищен авторскими свидетельствами и патентами.

Технические характеристики:

- теплопроводность – 185 Вт/(м.К);
- диэлектрическая проницаемость – 8–12;
- уд. электр. сопротивление – 10^{13} Ом.см;
- плотность – 3.25 г/см³;
- микротвердость – 16.5-18 ГПа;
- твердость по Виккерсу – 14 ГПа.

БЕЛ-19

Выращивание изумруда

Область применения – ювелирная промышленность.

Эффективная технология выращивания из высоко-температурного флюса монокристаллов изумруда позволяет получать кристаллы с уникальным оптическим качеством и характеристиками близкими к драгоценному природному камню. Характеристики изумруда:

- химическая формула: $Be_3Al_2Si_6O_{18}:Cr$;
- цвет: светло-зеленый, зеленый, темно-зеленый ;
- плеохроизм: зеленый - желто-зеленый ;
- показатель преломления: 1,558-1,562;
- плотность 2,65 г/см³
- твердость (Моос): 8.

Раствор-расплавная технология позволяет оптимизировать цвет выращенного сырья, а также набор дефектов, аналогичных природному камню. Выращенный изумруд, как и природный, имеет красную окраску под фильтром Челси, не проявляет люминесценцию в ультрафиолетовом излучении.

БЕЛ-20

Металлическая нанопроволока и наноструктурированные материалы на ее основе

Нанопроволоки успешно опробованы для создания:

- композиционных материалов на основе полимеров, обеспечивая в составе композита антистатический эффект и электропроводность;
- магнитных смазок, магнитореологических жидкостей для точной механики;
- анодов с высокими разрядными характеристиками для химических источников тока;
- прозрачных электродов, которые могут быть использованы для токосъема заряда с поверхности мониторов, фотопреобразователей энергии.

Метод основан на синхронной сокристаллизации соли и металла на катоде при электролизе солей. Позволяет получать металлические волокна в промышленных масштабах, создавать качественно новые материалы и изделия с новым спектром свойств.

Преимущества:

- высокая производительность и выход на единицу объема реактора; низкая себестоимость продукта; однородность проволок по толщине, ориентированность, защищенность от коррозии.

БЕЛ-21

Оксидные наноконпозиционные материалы

Созданы наноконпозиты на основе никель- марганец-, кобальт-содержащих сложных оксидов для электродных материалов к топливным ячейкам, кислородным мембранам и катализаторам химических реакций для утилизации отходов, получения магнитоэлектрических материалов для устройств спинтроники и сенсорной техники.

Предлагается оригинальная методика получения наноконпозиционной керамики, состоящей из частичек с несколько различающимся химическим составом. Она состоит из нескольких стадий: получение обычного материала с последующим восстановлением и окислением при низких температурах. Для синтеза газоплотных материалов используется метод компактирования под высоким давлением при умеренных температурах.

Упрощение технологии и снижение температуры синтеза на 300-400°C обеспечивают создание новых нанокерамических электронных материалов для устройств электрохимии и газовой сепарации с более высокими характеристиками по сравнению с обычными керамическими материалами.

Контактная информация

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»
220072, г. Минск, ул. П.Бровки, 17
Тел.: (+375 17) 284-15-58*

БЕЛ-22

Синтез наноразмерных оксидов, полупроводников и благородных металлов для создания новых КМ

Разработаны методики синтеза наноразмерных оксидов, полупроводниковых веществ и благородных металлов для создания новых КМ. Разработано низкотемпературное формирование тонкопленочных КМ, содержащих наночастицы серебра или германия в матрицах оксидов кремния и германия. Установлена перспективность использования тонкопленочных наноконпозитов $\text{SiO}_2\text{-Ge}$, $\text{GeO}_2\text{-Ag-Eu}_3+$ в качестве люминесцентных пленок. Разработан метод формирования цепочечных структур из полимерных микросфер, допированных люминесцентными квантоворазмерными нанокристаллами, кото-

рые предполагается использовать для создания нового типа микросветовых структур для оптического коммутирования в микроэлектронике.

Разработано селективное концентрирование благородных металлов с использованием их контактного восстановления для переработки промышленных отходов, содержащих драгметаллы.

Контактная информация

НИИФХП БГУ

Минск, просп. Независимости, 4

Тел.: +375 (17) 209-50-85

БЕЛ-23

Текстурированные псевдооднородные наноразмерные смеси металлических порошков и КМ инструментального назначения

Исследовано получение композиционных ультрадисперсных порошков систем никель-олово, никель-олово-алмаз. Стабильность ультрадисперсных псевдооднородных смесей (конгломератов) помимо их структуры определяется последовательностью операций получения пластифицированных солей. Определены параметры основных технологических операций синтеза композиционных ультрадисперсных порошков систем никель-олово, медь-олово, никель-олово-алмаз.

Установлено влияние технологических параметров спекания на физико-механические характеристики КМ и длительности спекания на твердость и предел прочности при сжатии. На основе полученных данных о влиянии режимов изготовления на физико-механические характеристики материалов разработаны технологические процессы.

БЕЛ-24

Лазерное упрочнение

Лазерная термообработка основана на использовании тепла, генерируемого на поверхности материала при поглощении им лазерного луча. Лазерная закалка деталей подвески заднего моста автомобиля позволяет повысить их долговечность в 3 раза. Для деталей типа вал-золотник твердость на рабочих шейках составляет 60 ед. HRC при общей твердости детали 40 ед. HRC.

Перспективно использование лазерного упрочнения в инструментальном производстве.

Упрочнение режущего и холодновысадочного инструмента, деталей прессоштамповой оснастки позволяет повысить их стойкость в 3-5 и более раз. Эффект в 1,6-3,0 раза наблюдается для металло- и дереворежущего инструмента, в том числе оснащенного твердосплавными вставками.

Разработано легирование ковочных штампов из стали 5XHM, долговечность которых возрастает в 3-4 раза. Лазерное легирование позволяет получать на сталях и титановых сплавах слои с твердостью 68-70 ед. HRC, на сплавах алюминия – с твердостью до 25-30 ед. HRC.

БЕЛ-25**Комбинированное пластическое формообразование на базе поперечно-клиновой прокатки и штамповки**

Производство деталей в автомобиле-, станко-, приборо-, сельхозмашино-, тракторо-, авиа-, мотовелостроении, горнодобывающей и атомной промышленности. Обрабатываются практически все конструкционные стали, латунь, титан, цирконий и никель.

Разработан ряд ресурсосберегающих технологий изготовления различных деталей. Включает поперечно-клиновую прокатку предварительной заготовки и последующую безоблойную штамповку. Поперечно-клиновая прокатка используется для производства промежуточных профилированных заготовок под последующую точную штамповку или иные процессы пластического формообразования.

Конкурентные преимущества:

- увеличение производительности труда;
- высокая точность и чистота поверхности изделий;
- улучшение эксплуатационных характеристик изделий на 20–30%;
- устойчивость инструмента до его полного выхода из строя – 1 млн. изделий;
- исключение или сведение к минимуму чистовой обработки.

Контактная информация

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси» (ФТИ НАНБ)

220141, г. Минск, ул. Академика Купревича, 10

Тел.: (+375 17) 263-59-09

Факс: (017) 263-76-93

E-mail: phti@belhost.by

БЕЛ-26**Комплексная сульфонат кальциевая пластичная смазка ИТМОЛ-Su200**

Применение – машиностроение, металлургия, сельскохозяйственная техника, автомобильная промышленность.

Смазка высоковязкая, на минеральном масле, изготавливается с использованием новейших технологических достижений в области сложных сульфонат кальциевых дисперсных фаз. Изготавливается из смеси нефтяных масел с кинематической вязкостью 60-110 мм²/с при 40°C загущением сульфонат кальциевым комплексом, не содержит присадок, противозадирные свойства обеспечиваются структурой дисперсной фазы:

- исключительно большой срок службы;
- работоспособность до 150°C;
- отличная механическая стабильность;
- превосходные смазывающие характеристики для тяжело нагруженных медленно вращающихся подшипников.

Благодаря сочетанию высокой механической стабильности, термо- и водостойкости незаменима в металлургических и кузнечных производствах. Отличительная особенность – высокая плотность смазки, которая обеспечивает ее применение в средствах морского базирования.

Контактная информация

ГНУ «Институт тепло- и массообмена» НАН Беларуси
220072, г. Минск, ул. П. Бровки, 15
Тел.: (+375 17) 284-23-85

БЕЛ-27

Алмазоподобные углеродные покрытия

Технологии нанесения алмазоподобных углеродных покрытий обеспечивают:

- повышение долговечности деталей машин и механизмов;
- увеличение износостойкости средств контроля геометрических размеров;
- защиту рабочих поверхностей литейных форм и штампов, используемых для формирования изделий из пластмасс;
- восстановление размеров рабочих поверхностей изношенных прецизионных пар трения;
- повышение биосовместимости имплантов, используемых в травматологии и ортопедии, кардиохирургии.

Технология заключается в использовании метода импульсного катодно-дугового разряда в вакууме и конденсации высокоскоростных потоков плазмы углерода. Базируется на применении импульсных генераторов углеродной плазмы с графитовыми электродами. Высокие энергии и степень ионизации плазменного потока обеспечивают хорошую адгезию наносимого покрытия к материалу литейных форм. Такие покрытия обладают уникальными механическими, химическими и термическими характеристиками.

Сочетание низкого коэффициента трения и высокой износостойкости позволяет многократно повысить долговечность прецизионных пар трения узлов машин и механизмов. Применение таких покрытий позволяет улучшить эксплуатационные характеристики литейных форм и снизить процент бракованных изделий, повысить рабочий ресурс литейного оборудования, заменить дорогостоящие, энергоемкие и экологически вредные гальванохимические процессы. Металлические импланты с алмазоподобным покрытием демонстрируют высокую биосовместимость. Они не вызывают коагуляцию крови, служат эффективным барьером, предотвращающим диффузию ионов металлов. Могут использоваться для покрытий имплантов, контактирующих с костными и мягкими тканями организма.

БЕЛ-28

Нанесение защитных износостойких покрытий

Покрытия на основе алмазоподобного углерода и технология их нанесения для эффективной защиты поверхности плат терморезисторов термопечатающих головок от истирания движущейся термочувствительной бумажной лентой в кассовых аппаратах и других термопечатающих регистрирующих устройствах.

Технология базируется на химическом осаждении из газовой фазы алмазоподобных покрытий разложением углеродосодержащих паров и газов в низкотемпературной плазме. Реализуется в производственных условиях при использовании промышленных вакуумных установок.

Основные технико-экономические показатели:

- средняя потребляемая мощность – 25 кВт;
- макс. размер партии плат терморезисторов 10х45 мм в загрузке – 0,05 м²;
- длительность технологического процесса – не более 45 минут;
- количество контролируемых технологических параметров – 4;
- температура в начале процесса нанесения покрытия – 20°С.

Основные технические характеристики покрытий:

- толщина – 2-4 мкм;
- твердость – не менее 20 ГПа;
- термостойкость – 400°С;
- износостойкость – >50 000 м;
- быстродействие термопечати – >250 Гц;
- технический ресурс – 108 циклов.

Контактная информация

НИЦ «Плазмотек» ФТИ НАН Беларуси
220141, г. Минск, ул. академика В.Ф. Купревича, 1, к. 3
Тел.: +375 (17) 211-83-71

БЕЛ-29

Эластомерный КМ и изготовление армированных резинотехнических изделий

Манжеты резиновые армированные применяются для уплотнения валов. Работоспособны в минеральных маслах при избыточном давлении до 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), скорости до 20 м/с и температуре от -60°С до 150°С.

Материал создан на основе каучуков специального назначения. Разработана технология изготовления армированных резинотехнических изделий.

Технические характеристики:

- условная прочность при растяжении 21,0х23,0 МПа;
- относительное удлинение при разрыве 470х490%;
- твердость по Шору А, 68-72 единиц;
- твердость 70-76 единиц IRHH;
- изменение твердости после старения на воздухе в течение 72 часов при (150±3)°С +4х+5 условных единиц;
- изменение показателей после воздействия СЖР-1 при (150±3)°С в течение 72 часов по твердости +5 условных единиц;
- озоностойкость – >100 ч;
- изменение объема от воздействия СЖР-2 – 9,7–10,8%;
- время смешения и гомогенизации – 40-50 мин.;
- относительное удлинение при разрыве 320-350%.

Контактная информация

*Белорусский государственный технологический университет (БГТУ)
220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а
Тел.: +(375 17) 226-14-32*

БЕЛ-30

Поляроиды для оптоэлектроники и защитных технологий

Разработаны пленочные поляризаторы для жидкокристаллических устройств отображения информации и создания дихроичной структуры на основе поливинилового спирта (ПВС) и дихроичного агента – молекулярного йода или органического красителя. Способ широко используется при производстве высококачественных поляроидов фирмами «Nitro Denko», «Polaroid Co» и «Ace Digitech».

Поляризаторы представляют собой одноосноориентированные поливинилспиртовые пленки, содержащие агент поляризации (йод или органические красители) и специальные добавки для придания материалу необходимых оптических и механических свойств.

От воздействия окружающей среды пленочные поляризаторы защищены триацетатной пленкой и имеют слой адгезива, покрытый антиадгезионной полиэтилентерефталатной пленкой.

Контактная информация

*ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»
220141, г. Минск, ул. Ф.Скорины, 36*

БЕЛ-31

Импульсно-плазменная модификация рабочих поверхностей инструмента

Упрочнение рабочих поверхностей изделий, выполненных с высоким классом точности и чистоты из средне- и высокоуглеродистых инструментальных и конструкционных сталей. Оборудование для импульсно-плазменной модификации позволяет генерировать импульсные плазменные потоки диаметром ~30 мм с температурой 5000-10000 К и частотой до 10 Гц на воздухе при нормальном давлении, что обеспечивает простоту применения, высокую производительность и эффективность процесса модификации рабочих поверхностей инструмента, в результате которой образуется микрокристаллический поверхностный слой с дисперсной кристаллической структурой, обладающей высокой твердостью, устойчивой прочностью, сопротивляемостью износу и коррозии.

В результате более длительного импульсно-плазменного воздействия на поверхности высокоуглеродистых инструментальных марок сталей образуется упрочненный слой глубиной до 0,5 мм с микротвердостью до 10 ГПа.

Технические характеристики:

- потребляемая мощность от сети переменного тока 15,2 кВт;
- напряжения сети 380/220 В;

- регулировка частоты генерации импульсной плазмы 1 – 10 Гц;
- регулировка численности импульсов плазмы 1 – 999;
- тип импульсной плазмы – воздушная;
- зона импульсно-плазменной обработки 200x200x50 мм;
- скорость модификации стальной поверхности – до 100 мкм/с.

Технология позволяет повысить износостойкость рабочих поверхностей инструмента, увеличить долговечность и ресурс его работы.

Контактная информация

*Белорусский национальный технический университет
220013, г. Минск пр-т Независимости, 65
Тел.: (+375 17) 296-66-82*

БЕЛ-32

Микропорошки алмаза, кубического нитрида бора с выходом до 60-70%

Микропорошки кубического нитрида бора используются для изготовления композиционного лезвийного и абразивного инструмента, обработки сталей, чугунов и других материалов повышенной твёрдости, а также их суперфинишной обработки. Микропорошки синтетического алмаза используются для изготовления композитов для металлообработки, шлифовально-полировального инструмента для керамики, сталей, сплавов, стекла.

Технико-экономические показатели:

- размер зерна основных фракций – 40 мкм;
- выход годного продукта относительно общей массы – 60-70%;
- абразивная способность – 2,5 ед.;
- увеличение абразивной способности по сравнению с лучшими аналогами – 24%;
- микропорошки соответствуют ТУ РБ 03535138.002-98.

БЕЛ-33

Неперетачиваемые режущие пластины из поликристаллического сверхтвёрдого материала на основе КНБ

Область применения – инструментальное производство.

Эти неперетачиваемые пластины применяются для оснащения фрез, обрабатывающих чугуны и закаленные стали при чистовой и получистовой обработке на машиностроительных предприятиях на нормальных и повышенных скоростях.

На базе промышленных прессовых установок ДО 137А и твердо-сплавных камер высокого давления создана технология неперетачиваемых режущих пластин из высококачественных мелкозернистых порошков КНБ. Пластины предназначены для использования в лезвийном инструменте, ориентированном на получистовые и чистовые операции.

Технические характеристики:

- твердость по Кнупу – 32-35 ГПа;
- трещиностойкость – 9,3-9,5 МПа·м^{1/2};
- модуль Юнга – 690-700 ГПа;
- период стойкости по серому чугуноу – 60 мин.

Использование этих пластин позволит отказаться от импорта и повысить технологическую самостоятельность машиностроительных предприятий.

Контактная информация

ГНУ «Объединенный институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси»

г. Минск, ул.П.Бровки, 17

Тел.: (+375 17) 284-13-13

БЕЛ-34

Структурно-высокодисперсные силуминовые модификаторы

Применение – модифицирование сталей, чугунов, бронз, латуней, силуминов в литейном производстве и металлургии

Структурно-высокодисперсные силуминовые модификаторы позволяют эффективно измельчать и улучшать структуру сталей, чугунов, бронз, латуней и силуминов. Модифицируются все основные фазовые составляющие сплава. Модификаторы экологически безопасные, полностью усваиваются расплавами и не образуют шлаков. Состоят из силумина с небольшими добавками Ca, Mg, Sb, Ti, PЗМ, Fe; относительно легкоплавкие, не образуют шлаков, в максимальной степени усваиваются расплавом, обладают рафинирующей и дегазирующей способностью, имеют высокое химическое сродство к кислороду, сере, азоту и водороду.

Форма модификатора – слитки, куски различных фракций. Эффективность действия модификатора усиливается его высокой структурной дисперсностью. Модификатор обладает низкой стоимостью, просто и высокопроизводительно получается закалочным затвердеванием и литьем в струйный кристаллизатор. Живучесть модификаторов – не менее 1,5 часа. При литье силуминов модификатор измельчает как первичные, так и эвтектические кристаллы кремния.

Новиза – высокая структурная дисперсность модификаторов: размеры кристаллов эвтектического кремния – 0,2–4 мкм. Это существенно повышает эффективность и время живучести модифицирования.

БЕЛ-35

Алюминиево-кремниевые сплавы с наноструктурным эвтектическим кремнием

Применение – машино- и приборостроение, авиакосмическая промышленность.

Заготовки имеют при фрикционном трении инвертированную микроструктуру с аномально высокой пластичностью и износостойкостью. Разработано получение отливок диаметром 40-150 мм и высотой до 300 мм из силуминов с наноструктурным эвтектическим кремнием, основанное на литье закалочным затвердеванием. В отливках эвтектический кремний имеет глобулярную форму и дисперсность до 200 нм.

Механические свойства заготовок возрастают на 40-70%, ресурс опытных поршней – увеличен в 3 раза. Износостойкость отливок из силуминов АК12 и АК18 с наноструктурным эвтектическим кремнием при сухом трении о стальную пластину превосходит износостойкость антифрикционной бронзы более чем в 30 раз. При добавлении таких отливок в шихту в количестве 20% – наследственность модифицированной микроструктуры заготовки сохраняется более 2-х часов. Ресурс опытных червячных колес в редукторе шлифовально-полировальных станков превосходит аналогичные из бронзы БрАЖ9-4 – в 6 раз. Отливки обладают аномальной пластичностью. Их можно подвергать штамповке с целью получения втулок различного назначения. В результате использования технологии обеспечивается повышение механических и антифрикционных свойств заготовок из силуминов, увеличение ресурса работы поршней ДВС.

Контактная информация

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси»

212030, г. Могилев, ул. Бялыницкого-Бирули, 11

Тел.: (+375 222) 28-06-50, 28-06-44

БЕЛ-36

Химические модификаторы для железобетонных конструкций с применением шлакопортландцемента с целью расширения его области применения

Установлена возможность расширения области применения бетонов на шлакопортландцементе по классам прочности на сжатие и маркам по морозостойкости и водонепроницаемости. Приготовленные на равноподвижных (П2) бетонных смесях с добавками – пластификаторами СМ-1 и ГП-1 в комплексе с воздухововлекающей добавкой Нидоксан-строй бетоны имели морозостойкость соответственно на 1 и 2 ступени большую по сравнению с бездобавочными бетонами. Использование модификаторов обеспечивает расширение области применения бетона на шлакопортландцементе. Возможно до класса по прочности на сжатие С40/50, марок по морозостойкости до F300 и по водонепроницаемости до W12.

БЕЛ-37

Эмульсионно-минеральные смеси (ЭМС) с ускоренным сроком формирования

Преимущество заключается в ускоренном наборе прочности вследствие интенсивного отвода воды. Метод предназначен для устройства конструктивных слоев автомобильных дорог местного значения. ЭМС с ускоренным сроком формирования производится с использованием мобильной установки «Дельта 100» белорусского производства.

Метод, по сравнению с традиционным, имеет следующие преимущества:

- снижение общей стоимости работ на 20% за счет уменьшения энергозатрат и удешевления конструкции дорожного покрытия;
- повышение экологической безопасности в зоне приготовления и укладки смеси;
- снижение зависимости от погодных-климатических факторов при проведении дорожных работ;
- ускорение покрытием набора эксплуатационных характеристик.

БЕЛ-38

Модифицированные бетоны высокой морозо- и коррозионной стойкости

Назначение - изготовлены монолитных и сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций мостовых сооружений, барьерных ограждений, покрытий дорог, стоянок автомобильного транспорта, подвергающихся при эксплуатации воздействию противогололедных химических реагентов и других агрессивных факторов внешней среды. Высокие эксплуатационные характеристики достигаются за счёт применения высокоэффективных суперпластификаторов, воздухововлекающих (газообразующих) добавок, замедления потери удобоукладываемости. Эффективность от применения бетонов высокой морозо- и коррозионной стойкости достигается за счет отсутствия периодических ремонтов конструкций во время их эксплуатации.

Показатели свойств бетона:

- класс прочности на сжатие: В30–В70
- марка по морозостойкости (испытания по второму базовому методу): F150 – F300
- марка по водонепроницаемости: до W20
- водопоглощение по массе: менее 3%

Модифицированные бетоны высокой морозо- и коррозионной стойкости применены при строительстве мостовых сооружений через р. Западную Двину в районе г. Витебска и г. Верхнедвинска, через р. Сож в районе г. Кричева.

БЕЛ-39

Мастики герметизирующие битумно-эластомерные

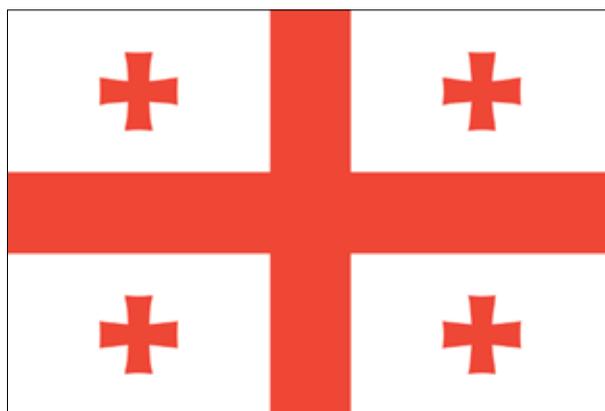
Герметизация трещин, швов, гидроизоляция при ремонтно-строительных работах на автомобильных дорогах, аэродромных покрытиях, мостах, путепроводах, а также фундаментах и цоколей в строительстве. В зависимости от назначения и температуры размягчения битумно-эластомерные мастики выпускаются шести марок: Т-65 – заполнение трещин в дорожных покрытиях; Ш-75, Ш-90, Ш-100 – заполнение швов в покрытиях автомобильных дорог и аэродромов; Г-90 – гидроизоляция мостов, путепроводов, фундаментов, цоколей зданий и сооружений; М-85 – устройство щебеночно-мастичных деформационных швов мостового полотна.

Битумно-эластомерные мастики изготавливаются на основе нефтяных битумов, термоэластопластов отечественного или зарубежного производства с добавлением пластификаторов и наполнителей. Обладают высокими показателями теплостойкости и деформативности при отрицательных температурах. Мастика выпускается в виде брикетов по 20 кг или бухт по 50 кг, упакованных в полиэтиленовую пленку или бумагу с антиадгезионной обработкой. Рабочая температура мастики 170-190°C при минимальной температуре воздуха +5°C. При рабочей температуре мастика прочно приклеивается к прогрунтованным бетонным поверхностям, при остывании образует сплошное покрытие. По физико-механическим свойствам не уступают мастикам известных мировых производителей «Crafco» (США) и Viguma (Германия).

Контактная информация

*Государственное предприятие «БелдорНИИ»
220073, г. Минск, 4-й Загородный пер., 60
Тел.: (+375-17) 259-82-07, факс: (+375-17) 204-32-94*

ГРУЗИЯ



Высокоэффективные материалы для имплантов тазобедренного сустава человека, обработка с высокой точностью и качеством их сферических поверхностей



**Р. Турманидзе,
проф., д.т.н.**



М. Беридзе



Т. Апциаури

Грузинский технический университет, Тбилиси

Одно из распространенных заболеваний XXI века – артроз. Нездоровый образ жизни современного человека влияет на костную систему, что приводит к плачевным последствиям и становится причиной возрастания потребности в искусственных имплантах практически всех типов, особенно тазобедренного сустава.

Головки такого эндопротеза по характеру и величине нагрузки эксплуатируются в экстремальных условиях. Современные эндопротезы суставов состоят из ацетабулярного (чашки) и бедренного компонента (ножки), а также головки из металлов или керамических материалов на их основе, причем остро стоит проблема создания износостойких инертных материалов для таких изделий.

В каждом конкретном случае подбор необходимого материала с соответствующими физико-механическими характеристиками, повышение точности и качества обработки наиболее значительной части эндопротеза – сферических поверхностей – весьма актуальная задача, острота которой постоянно возрастает. Количество используемых эндопротезов – несколько десятков млн. штук в год и, к сожалению, оно ежегодно увеличивается.

Это обусловлено тем, что если раньше необходи-

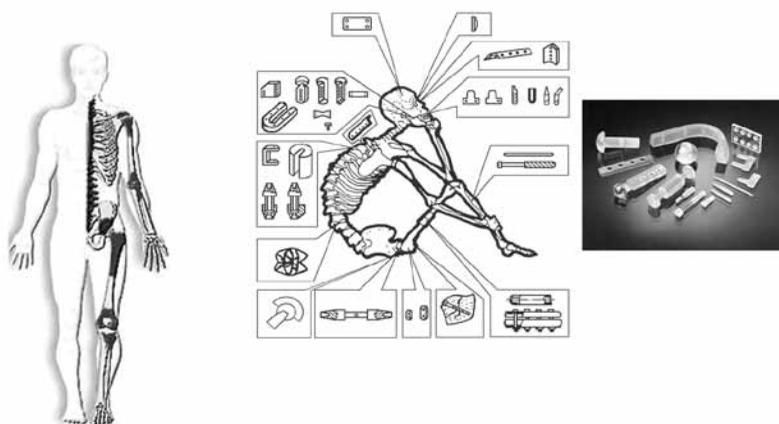


Рис. 1. Влияние образа жизни на скелет человека и искусственные детали, вводимые в организм

мость подобных операций была вызвана в основном возрастным фактором или травматологическими переломами, то в последнее двадцатилетие резко увеличилось количество больных мужчин и женщин в возрасте 30-40 лет без травм и переломов. По мнению медиков, основные причины этого явления – малоактивный образ жизни молодежи, состав современных пищевых продуктов, проблемы с обменом веществ. Все вышеуказанные причины определяют количество используемых эндопротезов – несколько десятков млн. штук в год.

Производство имплантов из биокерамических материалов достаточно прибыльно. Создана мощная индустрия их изготовления, инструментов и сопутствующих материалов. Западный рынок этой продукции оценивается в 2,5-3 млрд. долл. в год.

Медицинская практика доказывает, что повторное протезирование тазобедренного сустава связано с большими проблемами. Во многих случаях такие операции становятся практически невозможными, и по этой срок службы эндопротеза тазобедренного сустава до конца жизни для больного, особенно, в молодом возрасте, имеет исключительно важное значение.

Этим обстоятельством объясняется тот факт, что в таких ведущих странах, как США, Германия, Великобритания, Япония, Франция ведутся широкомасштабные научно-исследовательские работы по созданию оптимальных схем формообразования, абразивного инструмента для финишных операций, технологического процесса в целом для изготовления сферических головок эндопротеза из разных материалов с минимальной погрешностью формы и с высоким качеством поверхности.

Современные конструкции эндопротеза призваны заменить хирурген керамическим материалом, что требует изменения его конструкции, разработки новой керамики с улучшенными физико-механическими характеристиками, технологии обработки внутренних и наружных сферических поверхностей, создания алмазных инструментов, обеспечивающих высокое качество обработанной поверхности, определение оптимальной износостойкости пары материалов для этих протезов.

В мировой практике такие головки изготавливаются, в основном, из различных сплавов, композиционных изотропных материалов и керамики. Публикуемые данные по вышеупомянутым работам не дают необходимой информации по обработке анизотропных материалов, в частности, искусственного кристалла сапфира.

При эндопротезировании тазобедренных суставов широко используют искусственные суставы с металл-керамическими, керамическими, металло- и керамо-полимерными парами трения, соответствующими естественным биомеханическим соединениям «головка тазобедренного сустава – вертлужная впадина».



Рис. 2. Образ жизни современного человека

Таблица 1. Свойства биосовместимых материалов

Характеристика	Сапфир	3Y-TZP	(Y,Ce,Hf)-TZP
Прочность при изгибе	>400 МПа	850 МПа	>800 МПа
Коэффициент трещиностойкости, K_{Ic}	3.5 МПа·м ^{-1/2}	8–11 МПа·м ^{-1/2}	>7–9 МПа·м ^{-1/2}
Модуль Юнга	400 GPa	209 GPa	200 GPa
Содержание тетрагональной фазы	–	100 %	>98 %
Плотность	3.99 g/cm ³	6.03–6.05g/cm ³	6.01–6.02g/cm ³
Общая пористость	0	0	0
Открытая пористость	0	0	0
Микротвердость	19.4–22 GPa	10–12 GPa	10–12 GPa
Содержание Y ₂ O ₃	–	3 %	3 %
Обработка в автоклаве	–	Возможна	

Наряду с позитивными качествами современные конструкции эндопротезов из металла и керамики имеют определенные недостатки. Среди них - невысокая биологическая инертность и избыточное истирание компонентов пар трения, что приводит к недолговечности работы искусственного тазобедренного сустава. Кроме того, в результате изнашивания материала в паре трения шарнира эндопротеза в органах и тканях накапливаются токсичные и онкоопасные продукты распада, что в 30-40% случаев ведет к осложнениям и требует сложных оперативных вмешательств.

Круг материалов, удовлетворяющих критерию биологической совместимости, ограничен. Вследствие этого, а также благодаря высокому ресурсу в условиях знакопеременных нагрузок и коррозионно-активной среды, титан и его сплавы, как материал эндопротезов, имеют преимущество по сравнению с Co–Cr–Mo сплавами.

Износ головок из циркониевой керамики составляет 7-9 нм/год, в то время как титановых – 105 нм/год. Исходя из этого производство имплантов из биокерамических материалов – перспективное направление создания материалов и их обработки.

Наиболее совместимым с человеческим организмом, износостойким и долговечным материалом для вышеупомянутого изделия является искусственный монокристалл сапфира.

На сегодняшний день определен круг материалов для изготовления пар несущих поверхностей эндопротезов суставов с минимально возможным количеством продуктов износа. Такими парами несущих поверхностей с оптимальными характеристиками износостойкости являются пары керамика-керамика, металл-металл и полиэтилен с высокой степенью поперечных связей в комбинации с керамикой или металлом. Основной нерешенной проблемой последнего десятилетия была разработка несущих поверхностей, которые могли бы выдержать более высокие нагрузки у молодых и подвижных пациентов. Поверхности, исследуемые в настоящее время ввиду их перспективных характеристик износа – керамическая матрица (82% оксида алюминия, 17% диоксида циркония, 0,3% оксида хрома), диоксид циркония и керамика в паре с кобальтохромовым сплавом.

Вместе с тем сапфир, представляющий собой монокристалл оксида алюминия, как материал для несущих поверхностей, имеет уни-

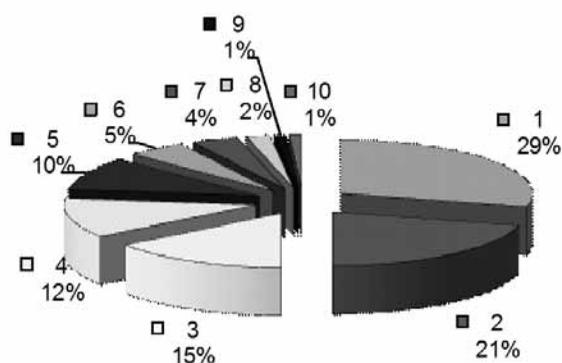


Рис.3. Мировые производители эндопротезов: 1. США; 2. Япония; 3. Германия; 4. Франция; 5. Великобритания; 6. Россия; 7. Италия; 8. Южная Корея; 9. Страны азиатского региона; 10. Другие страны.

кальную инертность, в том числе электролитическую пассивность, пожалуй, наилучшую из известных материалов, биосовместимость, коррозионную стойкость и твердость. Стойкость этого материала к кислотам и щелочам несоизмеримо выше, чем металлов и поликристаллического оксида алюминия. По-видимому, поэтому сапфир не изменяет иммунный статус пациента. Если у металлов и поликристаллических материалов, используемых для несущих поверхностей, различная скорость износа микроучастков приводит к повышению коэффициента трения пары и износу, то у сапфира этот эффект отсутствует.

Трибологические испытания пар трения биосовместимых материалов – один из критериев их выбора для несущих поверхностей протезов суставов человека. С этой целью исследовались пары трения:

- сапфир с различной плотностью кристаллической решетки в плоскости скольжения – 0001, 1010 и 1018;
- тетрагональный диоксид циркония состава 97 мол. % ZrO_2 -3 мол. % Y_2O_3 (3Y-TZP), наиболее широко используемого для изготовления головок тазобедренного сустава;
- тетрагональный диоксид циркония с 99 %-м содержанием наноразмерных составляющих ZrO_2 , Y_2O_3 , CeO_2 + HfO_2 (Y, Ce, Hf)-TZP, при Y_2O_3 – от 4,5 до 5,4 %, CeO_2 – 3,0 %, HfO_2 – не более 2 %.

Некоторые физико-механические свойства исследуемых материалов приведены в таблице 1.

Цель работы – создание нового несущего соединения эндопротеза тазобедренного сустава, имеющего улучшенные качества за счет использования упрочненного сапфира и биологически инертного технически чистого титана с модификацией поверхностного слоя ИПД и последующим азотированием.

Для исследования обрабатываемости кристалла сапфира было выбрано низкотемпературное прецизионное шлифование (НПШ), разработанное на кафедре “Технология машиностроения” Грузинского технического университета, как вариант алмазного шлифования твердых и хрупких неметаллических материалов.

Исследования проводились на лабораторной установке, оснащенной специальной прецизионной головкой. Детали, установленные на кассете в сепараторах или другим способом, например, приклеиванием, совершали вращательное движение с угловой скоростью ω_2 , а шлифовальный круг – со скоростью ω_1 в том же направлении. В зоне резания осуществляется прижим P обрабатываемых поверхностей деталей к рабочей поверхности шлифовального круга.

По анализу комплексных исследований можно сделать следующее заключение:

При прочих одинаковых условиях наиболее трудно обеспечить обработку по плоскости (0001). Для алмазных кругов значение линейного съема материала – q находится в пределах $q_{0001} / q_{1010} = 0,25 \dots 0,5$, при этом, $q_{1012} / q_{1010} = 0,75 \dots 1$.

Производительность обработки растет в диапазоне скорости резания $V=1 \dots 6$ м/с, тогда как при дальнейшем ее увеличении до 12 м/с – остается постоянной.

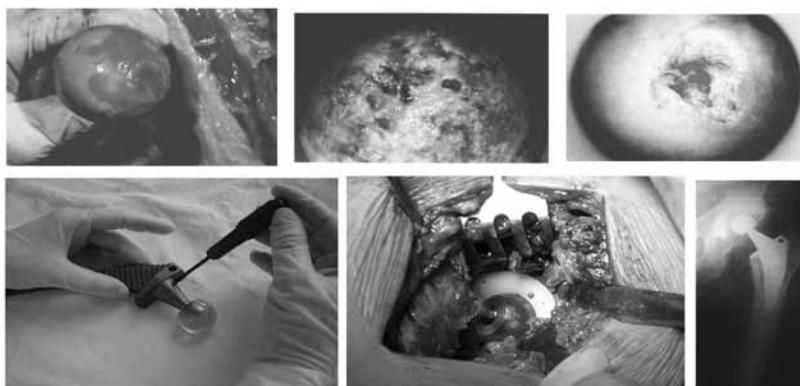


Рис. 4. Патологии натурального тазобедренного сустава человека; операция по эндопротезированию тазобедренного сустава протезом с сапфировой головкой.

С повышением усилия прижима P в исследуемом диапазоне производительность обработки растет, однако в интервале $P=1000...1500$ кПа, она значительно снижается.

На производительность алмазного инструмента наиболее влияют его зернистость и применяемая связка. Эффект от концентрации незначителен. С увеличением размера зерна в пределах $d_3=14/10...28/20$, производительность растет в 1,5 ... 2,5 раза. Максимальная производительность обработки обеспечивает инструмент на керамической связке ({0001} – 130 мкм/мин; {1010} – 300 мкм/мин; {1012} – 250 мкм/мин); на металлической связке {0001}– 50 мкм/мин; {1010} – 200 мкм/мин; {1012} – 170 мкм/мин) органической связке ({0001} – 30 мкм/мин; {1010} – 120 мкм/мин; {1012} – 110 мкм/мин), причем инструмент на керамической связке работает в режиме самозатачивания.



Рис. 5. Эндопротез - общий вид

На качество поверхности превалирующим образом влияют зернистость и материал связки алмазного инструмента. С увеличением размера зерна в исследуемом диапазоне высота неровностей R_z растет в пределах $1\div 1,5$ класса, а глубина нарушенного слоя H возрастает в $1,5\div 2$ раза. При прочих равных условиях обработки на ориентации (0001) достигается более высокое качество поверхности, чем на остальных двух. Разница составляет $1\div 1,5$ класса шероховатости. Наилучшие результаты показывают алмазные круги на органической связке. Например, на связках BC-11 и органическая специальная, получены: $R_z=0,25$ мкм; $t_{\text{роз}}=35...45\%$; $H=2...5$ мкм. При этом значение параметра R_z на порядок ниже, $t_{\text{роз}}$ – в 1,5 раза выше, H – в $3...5$ раза меньше соответствующих параметров на алмазных кругах на керамической и металлической связках.

Влияния процесса на выходные параметры для выбранных ориентаций кристалла сапфира (0001), (1010), (1012) – постоянный.

Изучением морфологии поверхности доказана возможность резания сапфира пластическим деформированием снимаемого слоя на низких скоростях $V=1...3$ м/с, с наименьшей глубиной нарушенного подрельефного слоя.

Известно, что обработка стеклообразных материалов, в частности, кристалла сапфира пластическим деформированием снимаемого слоя вместо хрупкого разрушения – залог получения обработанной поверхности практически без наследственных дефектов и без нарушенного подслоя. Величина H наименьшая именно на таких образцах сапфира. Полученный результат требует отдельных исследований, проведение которых планируется.

Трибологические испытания пар трения материалов проводились по схеме вращательного трения с геометрией контакта типа «шар-по-диск». Плоский диск изготавливался из исследуемого материала, шар – из материала контртела.

Трибологические испытания проводились на установке Т-20 с трибосистемой типа «шар-по-диск», которая состоит из неподвижного плоского диска из испытываемого материала и шара из материала контртела, вращающегося с заданной скоростью n . Нагрузкой P диск прижимался к шару. Измерялась сила трения, линейный износ диска. Температура процесса не фиксировалась, но поддерживалась постоянной. Рабочая жидкость подавалась по каплям на поверхность вращающегося шара.

Зависимости силы трения пар сапфир-сапфир, сапфир-рубин от количе-



Рис. 6. Образцы титановой головки и сапфировой чашки для эндопротеза тазобедренного сустава

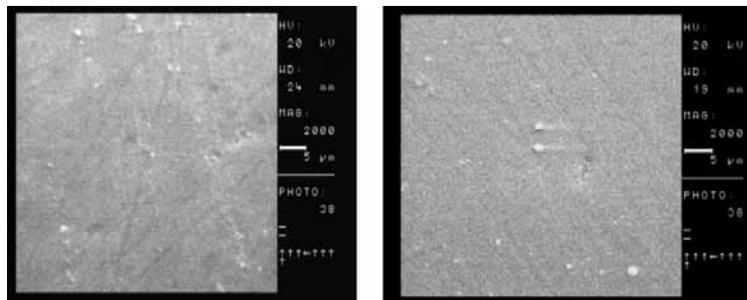


Рис. 7. Микрофотографии поверхностей образцов сапфира, обработанные способом НПС: Ориентация 1010 и 1012.

ства циклов имеют в большинстве случаев немонотонный скачкообразный характер. Можно выделить три стадии изнашивания.

Приработочный износ – создание рабочей шероховатости и необходимой опоры на трущихся поверхностях. В начале работы контакт тел происходит в точке; удельная нагрузка достаточно велика. Это приводит к резкому росту силы трения и, как следствие, изнашиванию материалов поверхностей.

Нормальный износ – после достижения значения износа, при котором оптимальны значения характеристик опорной поверхности, имеет место стабильный процесс трения тел с постепенно убывающей силой трения.

Катастрофический износ – в процессе трения контртел продукты износа постепенно заполняют карманы на поверхности трения и вследствие слабой (капельной) подачи раствора Рингера в область трения накапливаются, занимая все свободное пространство карманов, и в качестве свободного абразива принимают участие в изнашивании исследуемых поверхностей.

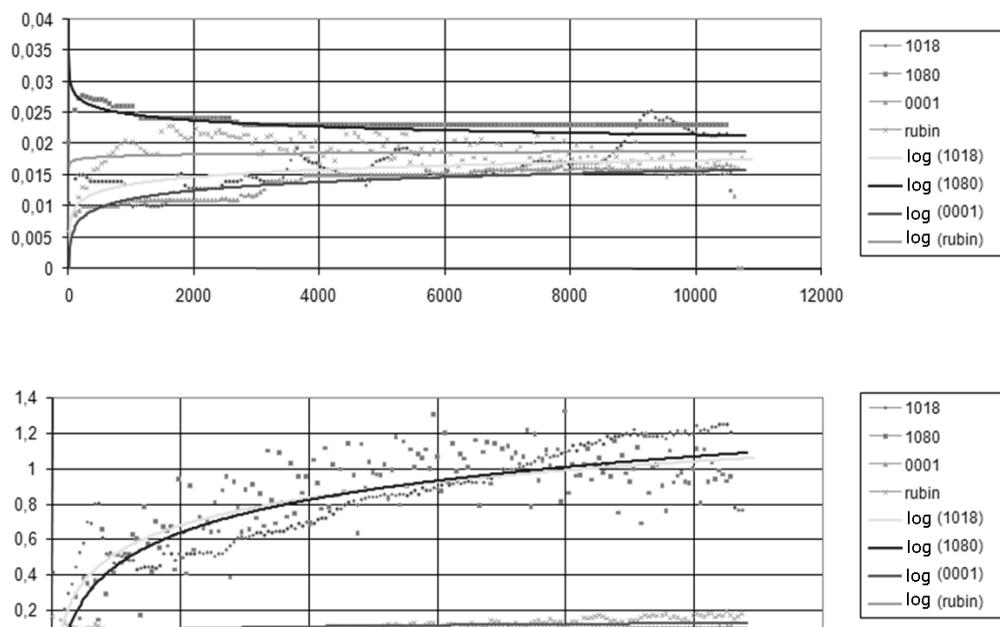


Рис. 8. Зависимость отношения силы трения к силе прижима, линейного износа от времени испытаний для сапфира с ориентацией плоскостей 1018, 1080, 0001 и рубина.

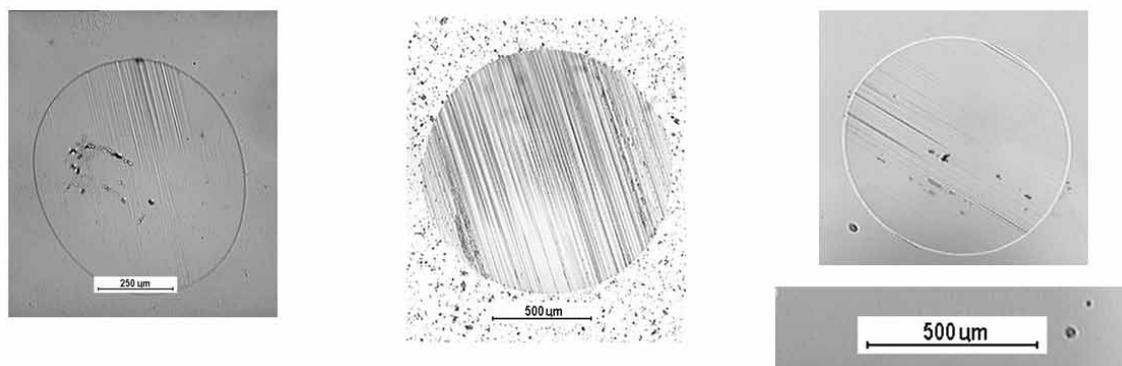


Рис. 9. Фотографии пятен износа на поверхности диска из: сапфира 0001, 3Y-TZP, (Y,Ce,Hf)-TZP.

Указанные стадии могут иметь различную протяженность во времени или не присутствовать при изнашивании вообще.

С большой вероятностью можно утверждать, что для достижения катастрофического износа может потребоваться значительно большее число циклов, чем показывают трибологические испытания.

Необходимо учитывать, что износостойкость и контактное давление схватывания пары трения в значительной мере зависят от толщины модифицированного слоя и его несущей способности. Увеличению толщины азотированного слоя и его несущей способности способствует создание в нем наноструктур деформационного происхождения, причем повышение механических характеристик технически чистого титана холодным пластичным деформированием практически не изменяет его триботехнические свойства.

Для снижения коэффициента трения и контактного давления схватывания, повышения износостойкости до уровня, показываемого лучшей в настоящее время металл-металлической парой из сплава Co-Cr-Mo, требуется решить вопрос сочетания несущих поверхностей с различными физико-химическими свойствами - соединения титана и азота, его кристаллографической структурой.

Хотя импланты пары трения металл-металл (0,0025-0,005 мм в год) по сравнению с парой металл-полиэтилен (0,5 мм в год) более стойки, проблемой использования сплава Co-Cr-Mo является выделение большого количества наноразмерных частиц металла, которые приводят к патологическим изменениям в организме пациента из-за остеолита (воспаления тканей), металлоза, лизиса костной ткани, появления продуктов истирания во внутренних органах. У части пациентов наблюдается гиперчувствительная реакция, что может ограничить применимость таких имплантов.

Кроме того, подобные пары трения создают повышение в сыворотке крови уровня кобальта и хрома. Речь идет о влиянии ионов этих металлов на организм в целом. Металлические несущие поверхности противопоказаны пациентам с почечной недостаточностью или опасностью ее развития. Установка таких имплантов противопоказана прежде всего женщинам детородного возраста.

Титан и сплавы на его основе широко применяются в качестве имплантов. С точки зрения биосовместимости для длительно работающих в живом организме имплантов предпочтительнее использовать титан, который, в отличие от сплавов, не содержит вредных для организма легирующих добавок. Однако титан обычно имеет низкие механические свойства по сравнению с его сплавами. Эту проблему удалось решить формированием в технически чистом титане нано- и композиционной структуры.

Применение пар сапфир/титан позволило бы решить указанную проблему. Однако, считается, что из титана и его сплавов невозможно изготовить пару трения вследствие их высокой склонности к контактному схватыванию и повышенного износа при трении. Это свойство делает применение титана в трущихся парах весьма опасным.

Наилучшие результаты по отношению силы трения к силе прижима показывает пара сапфир-сапфир с ориентацией кристаллической решетки в плоскости 0001, линейному износу – пара сапфир-сапфир с ориентацией кристаллической решетки в плоскости 0001 и сапфир-рубин.

В зависимости от ориентации кристаллической решетки наилучшие отношению сил трения и прижима показывает пара сапфир-сапфир по плоскости 0001, линейному износу – пары трения сапфир-сапфир по плоскости 0001 и сапфир-рубин.

Трибологические характеристики тетрагонального диоксида циркония (Y,Ce,Hf)-TZP в паре с сапфиром существенно выше чем пары сапфир-сапфир (сила трения ниже в 1,3 раза, линейный износ – в 1,5 раза).

Размер пятна износа в направлении трения на диске сапфира 0001 (800 мкм) меньше, чем у дисков тетрагонального ZrO_2 : (Y,Ce,Hf)-TZP – в 1,1 раза (900 мкм), 3Y-TZP – в 1,5 раза (1200 мкм).

Разработка нового или усовершенствование существующего процесса механической обработки сапфировой головки ставит задачу создания новых, высокоэффективных схем формообразования. Критерии оптимизации технологических операций (производительность, показатели качества поверхности, точность обработки), определяют место новых способов формообразования с учетом их преимуществ.

Существует множества способов механической обработки сферической головки. Ряд из них имеет свои преимущества и недостатки, но самым оптимальным и классическим является нижеописанный метод.

Существует несколько способов механической обработки сферических поверхностей. Наиболее близко по кинематике к НШП процессу - шлифование неполной сферы с использованием торцевого круга.

Деталь последовательно вращается с угловыми скоростями ω_2 и ω_3 вокруг осей 2 и 3. Эта схема формирования неполной сферической поверхности берётся за основу при разработке и возможной реализации более эффективных схем шлифования сферических головок эндопротезов с учётом кинематических и положительных особенностей НШП метода [17, 18].

Торцевой шлифовальный круг вращается с угловой скоростью ω_1 , удаляя со сферической поверхности припуск на обработку при заданных скоростях резания и подачи. Для полной механической обработки сферической головки она должна одновременно вращаться вокруг осей 2 и 3 с угловыми скоростями ω_2 и ω_3 . Оси 2 и 3 пересекаются в центре сферы в точке О. Угол между осями 3 и 4 должен составлять $\beta/4$, но для машинной обработки всей поверхности неполной сферы угловые скорости ω_2 и ω_3 должны быть кинематически взаимосвязаны, поскольку определяют значения компонентов скорости подачи.

Линейная скорость на границе раздела круг/шар и соотношение угловых скоростей ω_2/ω_3 определяет характер текстуры поверхности полу- и полностью готовой головки эндопротеза. Анализ кинематических связей между скоростями вращения и параметрами шлифования выходят за рамки этой статьи и будут рассмотрены впоследствии.

Головка неполной сферы опирается на фасонный шлифовальный круг, состоящий из внутреннего и внешнего конусов с абразивными слоями и вращается вокруг осей 2 и 3 с угловыми скоростями ω_2 и ω_3 . Обрабатываемая деталь посредством создаваемого пружиной усилия P прижимается к фасонному кругу и непрерывно подаётся к нему. Прикладываемое давление равномерно распределяется на границе раздела круг/деталь.

Существуют восемь последовательных положений сферической головки в течение одного цикла. Для ясности все положения равномерно распределены вдоль круга, хотя подобные последовательные состояния реализуются в одной и той же зоне М. Подобная схема позволяет также осуществить обработку на нескольких «станциях обработки» вокруг круга. Основным недостатком схемы – сложная форма шлифовального круга и разница скоростей в зонах А и В. Последнюю можно компенсировать аналогичным, как в НШП процессе, способом.

При реализации режима с двумя кругами ограничения по их диаметру нет. В случае шлифования с тремя кругами радиус сферы (r) и максимальный радиус круга (R) взаимосвязаны. Режим на основе использования трёх кругов обеспечивает большую стабильность процесса. В будущих исследованиях

больше внимание должно уделяться разработке конструктивных схем формирования сферической головки и проведению экспериментов с реальными головками эндопротезов

Заключение

Влияние ориентации кристаллографической плоскости монокристаллического сапфира и условий шлифования на скорость удаления материала, качество готовой поверхности и состояние подповерхностного слоя, выявленные во время процесса низкотемпературного прецизионного шлифования, свидетельствуют:

1. Шлифуемость монокристаллического сапфира в значительной степени зависит от ориентации кристаллографической плоскости. Относительные значения удаления материала по отношению к образцу, имеющему ориентацию кристаллографической плоскости (1010), варьируются в пределах $q_{0001}/q_{1010} = 0.25 \div 0.5$, и $q_{1012}/q_{1010} = 0.75 \div 1$. При прочих равных условиях повышенное качество отшлифованной поверхности достигается для ориентации кристалла (0001). Различие с другими ориентациями кристаллографической плоскости составляет 1÷1.5 класса шероховатости.

2. Изучением морфологии отшлифованной поверхности подтверждена возможность шлифования монокристаллического сапфира в пластическом режиме, т.е. с удалением деформированного слоя сдвигом без разрушения раскалыванием при низких скоростях резания. При таких условиях мехобработки определена минимальная глубина разрушенного подповерхностного слоя.

3. Конструктивные схемы формирования головки неполной сферы эндопротезов для тазобедренного сустава человека требуют дополнительного анализа и оптимизации с целью разработки эффективно-го технологического процесса и прототипа шлифовальной машины.

Авторы выражают свою особую признательность Украинскому Центру Науки и Технологий за его финансовую поддержку международного проекта, коллегам из Института Сверхтвёрдых Материалов Национальной Академии Наук Украины (Киев), Института Монокристаллов Национальной Академии Наук Украины (Харьков), Исследовательского Института Общего Инжиниринга (GERI) Ливерпульского Университета им. Джона Мурса за ценные советы в течение сотрудничества.

Литература:

[1]. Rozenberg O.A, Sokhan S.V., Vozny V.V., Mamalis A.G., Gavlik J., Kim D-J. Trends and Development in the Manufacturing of Hip Joints: An Overview Int. J.Adv. Manuf. Technol (2006) 27:p. 537-542.

2]. Batiashvili B.I., Butskhrikidze D.S., Mamulashvili G.L., Mgaloblishvili O. B., Turmanidze R.S., Kromp K., Mills B., Steinkellner W., Schafler E., Rösel F. G., Peterlik H.. Evaluation of surface preparation techniques, SFG: Swing Frame Grinding and LPG: Low Temperature Precision Grinding, by comparison of results on alumina and siliconcarbide model materials. FRACTOGRAPHY OF ADVANCED CERAMICS. International Conference Stará Lesná, High Tatras, May 2001.

[3]. Batiashvili B.I., Butskhrikidze D.S., Mamulashvili G.A., Turmanidze R.S., Kromp K., Mills B., Mgaloblishvili O. Technological Possibilities of Low Temperature Precision Grinding Process when Machining Hard and Brittle Materials. FRACTOGRAPHY OF ADVANCED CERAMICS, International Conference, Stará Lesná, High Tatras, May 2001.

[4]. Turmanidze R.S, Butskhrikidze D.S, Kromp K., Mills B., " Low temperature precision grinding of hard and brittle materials ". Problems of mechanics and physico-chemistry of the process of abrasive machining, Kiev 2002, 490-499 pp.

[5]. Turmanidze R.S., Butskhrikidze D.S., Mamulashvili G.L., Kromp K., Mills B., Morgan M., Mgaloblishvili O. Low-temperature precision grinding of hard and brittle materials and Outlook of its development and application. Proceedings of 19th NCMR Conference. Glasgow, September 2003.

Нанопорошок нитрида бора

Н. Двали, Т. Марсагишвили, Г. Татишвили

Тбилисский государственный университет им. И.Джавахишвили
Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.Агладзе

Во многих сферах высоких технологий нитрид бора (BN) считается одним из важнейших материалов, и области его применения расширяются (космическое приборостроение, атомная и ядерная техника, силовые полупроводниковые выпрямители, электроника и микроэлектроника, химия и металлургия, медицина).

Темпы развития высоких технологий обуславливают все более жесткие требования к материалам и изделиям на основе BN. Технологии его получения не удовлетворяют современным требованиям к этим материалам: методы получения порошка BN характеризуются трудностями - необходимы многоступенчатые химические преобразования, высокие температуры, многокомпонентная шихта, сложная аппаратура, значительные энергозатраты, что в итоге приводит к высокой себестоимости продукта.

Следует отметить, что, если не считать лазерных и плазмохимических дорогих, пока не находящихся широкого применения в производстве соединения, методов, существующие технологии не обеспечивают получения качественных нанопорошков BN.

Технологии получения BN требуют высоких температур синтеза (750-1500°C), определяющих сформированность гексагональной структуры получаемого продукта, без которой даже при высоких давлениях и температурах практически невозможно изготовить высокоплотные, малопористые изделия.

Исходя из вышесказанного, была поставлена задача – разработать метод получения нанопорошков нитрида бора и создать экологически чистую и экономичную технологию.

В результате разработана технология получения нанопорошков BN газофазным методом, отличающимся от существующих:

- производительностью на единицу объема аппаратуры;
- возможностью непрерывного цикла производства;
- низкой температурой синтеза BN (<400°C);
- низкой ценой и недефицитностью исходных компонентов;
- экологической безопасностью;
- уникальностью полученного порошка.

Основные свойства полученного порошка:

- Состояние: аморфный порошок, средний размер зерен – 2 нм
- Цвет порошка – белый
- Примеси, %:
 - Кислород: $\leq 0,5$
 - Бораты: $\leq 0,1$
 - Кремний: ≤ 300 ppm
 - Cu, Al, Mg, Fe, K: ≤ 100 ppm для каждого элемента
 - Углерод: $\leq 0,05$
 - Кальций: $\leq 0,05\%$
 - Cl, S: 50 ppm для каждого элемента
 - Na: ≤ 10 ppm

Аморфность полученных материалов и размер наночастиц установлены с помощью рентгенофазового анализа и растрового электронного микроскопа (РЭМ). Соответствующие изображения при различных увеличениях представлены на рис.

Высокотемпературным прессованием в атмосфере сухого NH_3 или N_2 изготавливались высокоплотные, легко обрабатываемые механически, не расслаивающиеся образцы.

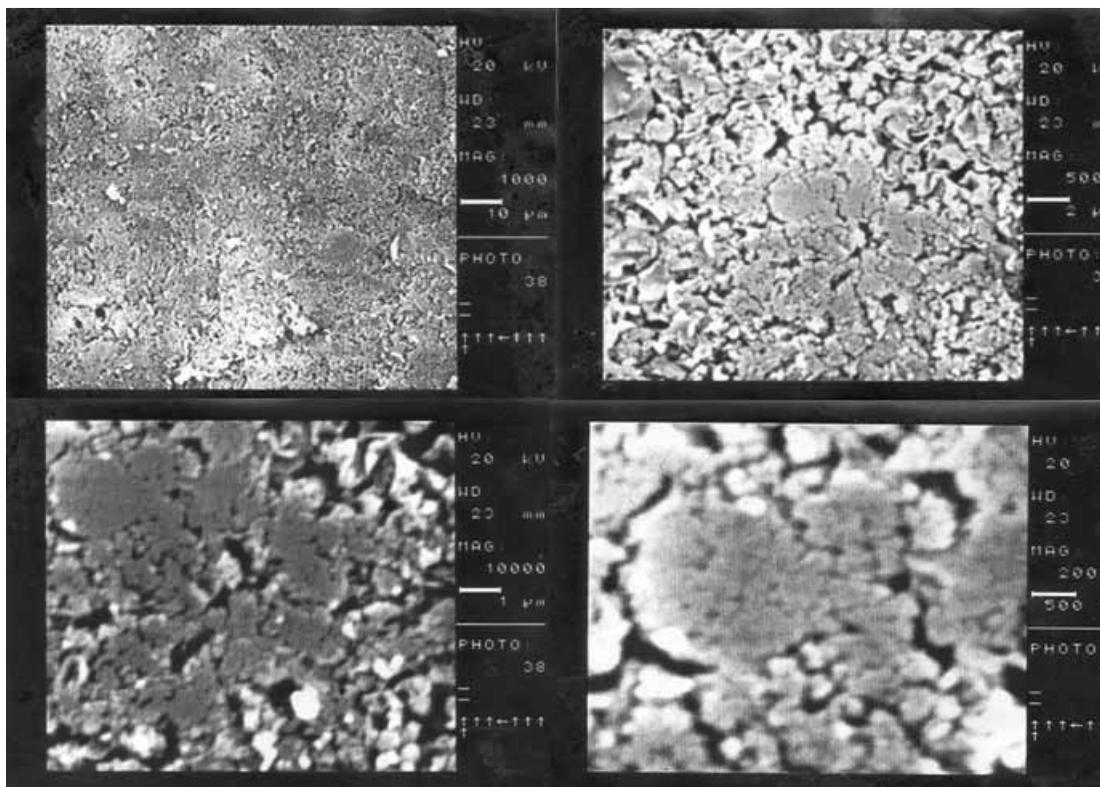


Рис. Изображения частиц нанопорошка BN (РЭМ)

Основные характеристики:

- Кристаллическая структура – гексагональная
- Цвет – белый
- Средний размер зерен – 30 nm
- Плотность: $\geq 2,2 \text{ г/см}^3$
- Удельное электрическое сопротивление: $\geq 10 \text{ Мом}\cdot\text{см}$

Если при синтезе нанопорошков BN в качестве исходных используются чистые изотопы ^{10}B , ^{11}B , ^{15}N , появляется возможность получения соединений нитрида бора гексагональной и кубической структуры (Боразон), не имеющих аналогов в природе.

Удалось изготовить материал, который, с одной стороны, сохраняет наноразмер частиц, а с другой обладает очень высокой пористостью с характерным размером пор на уровне нанометров. Удельная плотность материала равна – $0,85\text{-}0,9 \text{ г/см}^3$.

Технология получения нанопорошков успешно применена для изготовления нитрида алюминия. Аналогичным образом получены нанопорошки нитридов галлия и индия.

При небольшой модификации технология позволяет получать нанопорошки различных карбидов. Изотопомодифицированные порошки и изделия из карбида бора характеризуются уникальными физико-механическими свойствами – высокой теплопроводностью и микротвердостью.

Полученные порошки представляют также интерес для водородной энергетики, поскольку одна из основных ее задач – безопасное хранение и транспортировка водорода [1-5]. Базовые принципы хранения водорода – в сжатом виде под давлением, в виде жидкости, в химически связанном виде (металлогидриды), внедренном в пористые материалы. Последний способ наиболее перспективен, поскольку в ряде пористых материалах водород физически адсорбируется, что позволяет накапливать его в больших количествах и извлекать из материала с относительно небольшими затратами.

Литература

- <http://protown.ru/information/hide/4470.html>
- <http://federalbook.ru/news/analytics/24.01.2011-2.html>
- <http://www.portalnano.ru/read/prop/pro/materials/functional/4energ/ne>
- http://nru.spbstu.ru/scientific_events/conference_nanotechnology/plenary_lecture4/
- Р.А. Андриевский. Водород в наноструктурах. В кн.: «Вторая Всероссийская конференция по наноматериалам «НАНО 2007», 13 - 16 марта 2007 года, Новосибирск, стр. 32.

Новые материалы

ГРЗ-01

Получение нанопорошков нитридов бора и алюминия

Область применения

Космическое приборостроение, атомная и ядерная техника, силовые полупроводниковые выпрямители, электроника и микроэлектроника, химия и металлургия, медицина, водородная энергетика.

Описание

Газофазный метод отличается от существующих:

- производительностью на единицу объема аппаратуры;
- возможностью непрерывного цикла производства.

Новизна

- Низкая температура синтеза BN (400°C);
- низкая цена продукта и недефицитность исходных компонентов;
- экологическая безопасность.

Преимущества

Относительная дешевизна получаемого порошка.

Стадия разработки

Завершены ОКР.

Предложения по сотрудничеству

Производство малых партий нанопорошков нитридов галлия и индия по заказам.

Контактная информация

Институт неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили

Тбилиси, 0186, Грузия. Тел.: 995322-301830, 995599-190172.

Эл. почта: tamaz.marsagishvili@gmail.com

РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА



Исследования в области прикладного материаловедения

Институт Электронной Инженерии и Нанотехнологий им. Д. Гицу (ИЭИН) Академии Наук Молдовы

Исследования в области прикладного материаловедения проводятся в рамках стратегического направления в сфере науки и инноваций «Нанотехнологии, промышленная инженерия, новые продукты и материалы». Среди наиболее перспективных результатов можно отметить:

В рамках проекта «Инженерия материалов наноразмерных структур и развитие новых методов реконфигурации электронных, термоэлектрических и спинтронных свойств и процессов» разработана технология для сверхпроводниковой электроники.

Запатентован технологический процесс, основанный на магнетронном (катодном) распылении металлических пленок – ниобия и наноструктур ниобий-никель-медь с высокими сверхпроводящими параметрами и долговременной стабильностью.

Толщина пленок Nb и наноструктур Nb-CuNi, полученных напылением в вакууме 10^{-7} mBar, варьируется в интервале 5-50 нм. Для слоев толщиной 5 нм критическая температура сверхпроводящего перехода составляет $T_c \geq 5.5$ K.

Для долговременной стабильности параметров использована пассивация путем покрытия наноструктур защитным слоем аморфного кремния толщиной 5-6 нм. Технология служит базой для создания нового поколения микроэлектронных приборов – сверхпроводниковых вентилях для устройств СВЧ, телекоммуникаций и быстродействующих компьютеров.

Спиновый вентиль

Назначение

Базовый элемент в быстродействующем переключателе для микроэлектроники.

Применение

Спинтроника, сверхпроводимость, наноструктуры.

Описание

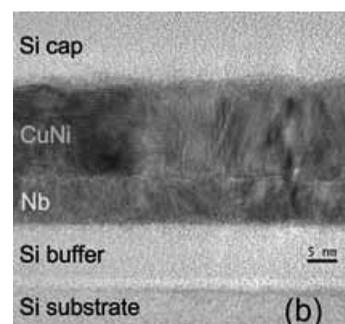
Элемент спинового вентиля выполнен на кремниевой подложке, на которой напылены последовательно слой сверхпроводника (Nb) и ферромагнетика (Cu-Ni) рассчитанной толщины и покрыты защитным от окисления слоем.

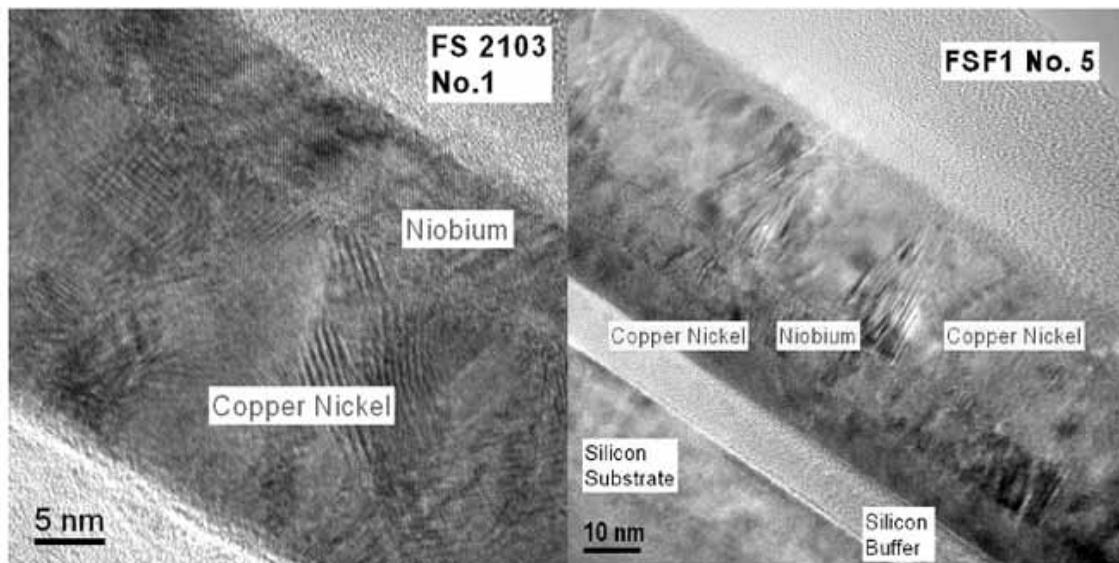
Новизна разработки

Оптимальное соотношение толщин составляющих слоев сверхпроводника и ферромагнетика приводит к уменьшению выделения джоулева тепла, к повышению эффективности и чувствительности спинового вентиля.

Преимущества перед аналогами

Низкая потребляемая мощность, необходимая для функционирования прибора.





Стадия разработки

Получены структуры сверхпроводник-ферромагнетик для базового элемента спинового вентиля.

Предложения по сотрудничеству

Партнерские проекты с Институтом ядерной физики МГУ, Казанским федеральным университетом.

Контактная информация

ИЭИН им. Д.Гицу АН Молдовы, Лаборатория Криогеники

MD-2028, Кишинёв, ул. Академии, 3-3

Сидоренко А., Здравков В., Морарь Р.

Тел.: 73-70-92, факс: 72-70-88, эл. почта: anatoli.sidorenko@kit.edu, сайт: www.iien.asm.md

Изготовлены монокристаллические нано и микронити в стеклянной оболочке на базе висмута и его сплавов, в которых реализуется эффект размерного квантования и состояние топологического изолятора для термоэлектрических приложений и спинтронных устройств в наноэлектронике. Работа проводится в рамках проекта: «Инженерия материалов наноразмерных структур и развитие новых методов реконфигурации электронных, термоэлектрических и спинтронных свойств и процессов».

Разработанный в лаборатории метод получения монокристаллических нитей в стеклянной оболочке позволил впервые изготовить и изучить совершенные дискретные монокристаллические нити висмута в стеклянной изоляции с диаметром $d=40$ nm, в которых была открыта серия новых эффектов:

- эффект размерного квантования энергетического спектра и переход полуметалл-полупроводник, сопровождающийся повышением термоэлектрической эффективности;
- эффект квантования магнитного потока, вызывающий осцилляции магнитосопротивления с периодом $hc/2e$; представляет собой твердотельный аналог эффекта Ааронова-Бома и отражает проявление геометрической фазы Берри, вызванной спин-орбитальным расщеплением поверхностных состояний;
- наличие отрицательного магнитосопротивления в поперечном магнитном поле в нанонитях;
- переходы полупроводник-полуметалл, индуцированные магнитным полем и деформацией;
- топологические электронные фазовые переходы Лифшица, индуцированные легированием и деформацией;

- возникновение "гигантских" квантовых осцилляций в термоэлектродвижущей силе (термоЭДС);
- переход в специфическое состояние металлической проводимости поверхности нити, вызванный нарушением симметрии инверсии на поверхности нити.

Полученные микронити на базе BiSb и Bi_2Te_3 n и p типа в стеклянной оболочке с высокими термоэлектрическими параметрами позволяют использовать их для охлаждающих устройств в медицине и в цитологических исследованиях.

Высокая анизотропия термоэдс обнаруженная в нитях BiSn позволила создать на их основе макетный образец термоэлектрического генератора малой мощности, который может быть использован в слуховых аппаратах.

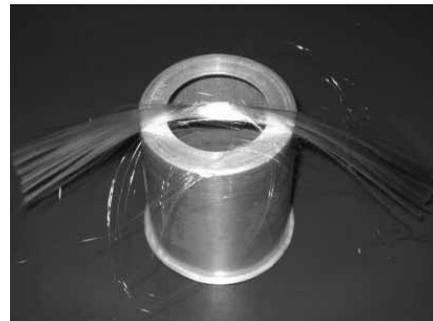
В совокупности эти эффекты показывают, что разработанная в лаборатории методика получения высококачественных монокристаллических нитей Bi и его сплавов нанометровых размеров в стеклянной оболочке становится перспективной и определяющей для изготовления нано объектов, представляющих особый интерес, как для самых передовых научных направлений физики размерно ограниченных структур, так и в прикладных аспектах, таких как термоэлектричество, спинтроника и наноэлектроника.

Все исследования и методики подтверждены патентами, опубликованы и широко обсуждаются в передовых изданиях мирового уровня.

Монокристаллические нано- и микронити в стеклянной оболочке на базе полуметалла висмута и его сплавов

Назначение

Получение нано и микронитей с высокой термоэлектрической эффективностью и анизотропией термоэдс в различных температурных интервалах для миниатюрных термоэлектрических преобразователей энергии различного назначения, в частности, микротермогенераторов с малым током потребления (слуховые аппараты) с использованием тепла человеческого тела, высокочувствительные термопары и охлаждающие устройства субмикронных размеров в медицине, в нейрохирургии и онкологии, цитологические исследования.



Описание разработки

Изготовлены литьем из жидкой фазы усовершенствованным методом Улитовского нити с заданными диаметрами и длиной до десятков метров в стеклянной оболочке. Монокристалличность и ориентация образцов определялись методом X-ray diffraction (дифрактометр фирмы Oxford Instruments).

Изготовление таких высокоэффективных термоэлектрических материалов является исключительно технологичным процессом и фактически безотходным производством, что делает его экономически выгодным в сравнении с известными технологиями изготовления аналогичных массивных термоэлектрических материалов.

Применение

В данное время для научных исследований интересны нанонити в стеклянной изоляции. В практическом плане они представляют интерес после создания на их основе сенсоров в виде чувствительных термопар или микроохладителей для медицинских целей, которые можно использовать в нейрохирургии и в цитологических исследованиях.

Новизна

Впервые получены одиночные монокристаллические нанонити висмута в стеклянной оболочке диаметром до 40 нм, в которых реализуется эффект размерного квантования энергетического спектра и переход полуметалл-полупроводник, сопровождающийся повышением термоэлектрической эффективности. Микронити на базе BiSb и Bi_2Te_3 n и p типа в стеклянной оболочке с высокими термоэлектрическими параметрами могут использоваться для охлаждающих устройств в медицине и цитологических исследованиях. Высокая анизотропия термоэдс в нитях BiSn позволила использовать их для создания макетного образца термоэлектрического генератора малой мощности.

Впервые в 50 нм нитях Bi обнаружены эквидистантные по прямому полю осцилляции с периодом по потоку $\hbar c/2e$, связанные со спином электрона от поверхностных состояний. Это открывает пути использования их в спинтронике и наноэлектронике.

Преимущества

Такие монокристаллические нити имеют воспроизводимые параметры, стабильны во времени. Преимущество в том, что они надежно защищены от воздействия окружающей среды. Сенсоры, работающие на их основе, устойчивы к механическим воздействиям и агрессивным средам. Кроме того, технологичность изготовления и безотходность производства ставят такие нити вне конкуренции.

Имеются монополярные возможности термоэлектрического охлаждения (на базе нитей в стеклянной оболочке) в медицине в сравнении с криожидкостными:

- практически мгновенная смена режимов охлаждения и нагрева,
- предельно простое управление режимами охлаждения-нагрев изменением тока энергопитания,
- конструкции термоэлектрических охладителей в виде микротермопар в стеклянной оболочке позволяют достигать практически любых внутренних областей человеческого организма.

Стадия разработки

Оптимизируются термоэлектрические параметры полученных микронитей для создания на их основе высокочувствительных термопар, анизотропных термогенераторов и термоохлаждающих элементов. Создан опытный образец анизотропного микрогенератора на базе таких нитей и оптимизируются его параметры.

Предложения по сотрудничеству

Контрактные и совместные исследовательские проекты.

Контактная информация

*ИЭИН им. Д.Гицу АН Молдовы, Лаборатория Электроники размерно-ограниченных структур
MD-2028, Кишинёв, ул. Академии, 3-3*

*Николаева А., Бодюл П., Конопко Л., Драгош М., Ботнаръ О., Пара Г., Цуркан А., Попов И., Молошник Е.
Тел./факс: +373 22 738116, e-mail: A.Nikolaeva@nano.asm.md, сайт: www.iien.asm.md*

Проводятся исследования в области новых функциональных наноструктурированных материалов на основе сложных оксидов переходных металлов. Создана установка для получения тонких и нанокompозитных пленок и сверхрешеток на основе метода эпитаксии из аэрозолей металлоорганических соединений. Работа выполняется по двум научно-исследовательским проектам:

STCU project №5390 "Metalorganic aerosol deposition of complex oxides with enhanced functionalities: atomic-scale compositional tailoring", цель которого - разработка и выращивание новых ферромагнитных материалов с повышенной температурой Кюри в виде искусственных сверхрешеток (CP) сложных оксидов. Подход к оптимизации магнитного обменного взаимодействия основывается на инжиниринге напряжений в функциональных слоях CP, которые будут выращены в виде структур с функциональными слоями манганита со структурой перовскита и промежуточными слоями, согласованными с подложкой.

Точность осаждения на уровне монослоев - ключевой фактор в выращивании материалов с желаемыми свойствами. Выбор манганитов $\text{La}_{1-x}(\text{Ca,Sr,Ba})_x\text{MnO}_3$, обладающих колоссальным магнетосопротивлением, в качестве материала для функциональных слоев обусловлен их уникальными магнито-транспортными свойствами и высокой устойчивостью к воздействию окружающей среды.

Институциональный проект "Инженерия материалов наноразмерных структур и развитие новых методов реконфигурации электронных, термоэлектрических и спинтронных свойств и процессов", в рамках которого разрабатываются технологии получения высококачественных пленок манганитов $\text{La}_x(\text{Ca,Sr})_{1-x}\text{MnO}_3$ для изготовления датчиков теплового излучения (болометров). Преимуществом манганитов для этих целей является высокий коэффициент термического изменения сопротивления ($\text{TCR} \geq 10\%$). В работах (1995-2002) отмечался высокий уровень шума, делавший при ($\text{TCR} \approx 10\%$) материал неконкурентоспособным. Однако совершенствование технологий получения пленок позволило получать LCMO пленки с ($\text{TCR} \geq 30\%$). В частности, группой получены пленки LCMO/MgO с ($\text{TCR} \approx 35\%$). Для таких пленок показана возможность создания болометров с добротностью, по крайней мере, на порядок больше, чем у VO_x .

Технология эпитаксии из аэрозолей металлоорганических соединений

Назначение

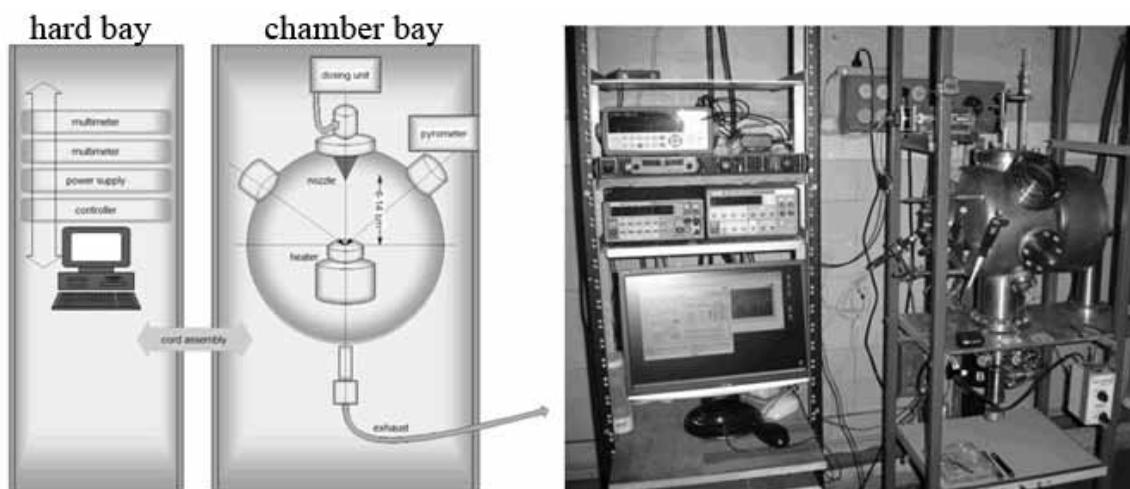
Получение эпитаксиальных пленок, сверхрешеток и нанокомпозитов на основе оксидов переходных металлов - манганитов ($\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$) и титанатов (BaTiO_3), а также простых оксидов: MgO и ZnO. Дизайн на монослоевом уровне позволяет конструировать материал с улучшенными параметрами (температура Кюри выше комнатной), а также материалы с новой искусственной функциональностью (мультиферроики).

Применение

Магнитные сенсоры, элементы памяти и датчики ИК диапазона на неохлаждаемых болометрах.

Описание

Осаждение из аэрозолей металлоорганических соединений является химической безвакуумной технологией, разработанной первоначально для изготовления тонких оксидных пленок (PRL 97, 107205 (2006)) и усовершенствованной для напыления нанокомпозитов (Nature Mat. 2, 247 (2003)) и сверхрешеток (PRB 79, 134413 (2009)).



Аэрозоли органических растворов, содержащих β -дикетонаты металлов (например La, Ca-, Mn-ацетилацетонаты), распыляются на нагретую подложку. Пленка растет в результате гетерогенной пиролизической реакции металлоорганических компонентов. Авторами уже продемонстрирован эпитаксиальный послойный (2D) рост манганитов со свойствами ферромагнетиков и титанатов с ферроэлектрическими свойствами, а также сверхрешеток и нанокompозитов.

Новизна

Установка эпитаксии методом ААМОСVD является уникальной в Молдове и имеет ряд преимуществ по сравнению с единственным аналогом в Германии (Геттингенский университет). Технология ААМОСVD развивается в тесном сотрудничестве с этим университетом. Результатом сотрудничества являются совместные публикации и патенты.

Преимущества

Основные преимущества данной методики в сравнении с традиционной эпитаксией оксидов физическими методами:

- легкость изменения состава пленок варьированием композиции прекурсоров;
- высокое парциальное давление окислителя (до 1 atm);
- возможность использования подложек большой площади, необходимых для производства.

Стадия разработки

Установка ААМОСVD введена в строй.

Разрабатывается методика получения материалов, структурированных на уровне монослоев.

Предложения по сотрудничеству

Разработка новых материалов на основе различных оксидов – металлов (LaSrCoO_3 , SrRuO_3), сверхпроводников (YBCO), ферромагнетиков ($\text{La}(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})\text{MnO}_3$), полупроводников (PBCO, LCO, LVO, ZnO), ферроэлектриков (PbZrTiO_3 , BaTiO_3), а также их сочетания в виде нанокompозитов и сверхрешеток.

Предоставляется время работы на установке разработчикам материалов на основе оксидов, в том числе докторантам и дипломникам.

Возможны создание установки ААМОСVD и разработка методик получения оксидного материала, исходя из потребностей заказчика. Существует заинтересованность в сотрудничестве с лабораториями, обладающими возможностями структурного анализа (рентгеновская дифракция/отражение и микроскопия).

Контактная информация

ИЭИН им. Д.Гицу АН Молдовы, Лаборатория твердотельных структур

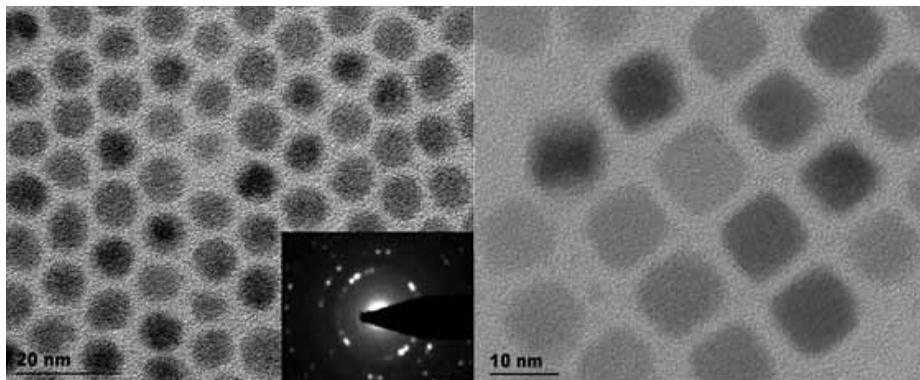
MD-2028, Кишинёв, ул. Академии, 3-3

Беленчук А.В., Шаповал О.М.

Тел.: +373 22 72 31 36, факс: +373 22 72-70-88

Эл. почта: belenchuk@nano.asm.md, shapoval@nano.asm.md, сайт: www.iien.asm.md

Развитие процессов наноструктурирования и выявления новых методов реконфигурирования в нанометровом масштабе свойств материалов типа A_4B_6 , в рамках Институционального проекта: «Инженерия материалов наноразмерных структур и развитие новых методов реконфигурации электронных, термоэлектрических и спинтронных свойств и процессов».



Процесс наноструктурирования

Назначение

Нанотехнология и наноэлектроника.

Применение

Материалы для дальней ИК-техники.

Описание

Разработаны методы получения легированных наноматериаллов на основе PbSnTe, отличающихся уникальными свойствами.

Преимущества перед аналогами

Уникальные свойства: высокая фоточувствительность в дальней ИК-области спектра, долговременный характер фотопроводимости.

Стадия разработки

Освоена технология получения наночастиц PbTe с размерами 3-10 нм.

Контактная информация

ИЭИН им. Д.Гицу АН Молдовы

MD-2028, Кишинёв, ул. Академии, 3-3

Никорич А.В., Гуцул Т.Д., Тодосейчук А.

Тел.: +373 22 73 70 72, факс: +373 22 72-70-88

Эл. почта: nicorici@nano.asm.md, сайт: www.iien.asm.md

Разработки Республики Молдова

Сбор информации организован Институтом экономики, финансов и статистики АН и Министерства экономики Республики Молдова

Материалы медицинского назначения

МОЛ-01

Бревикарин – новое применение

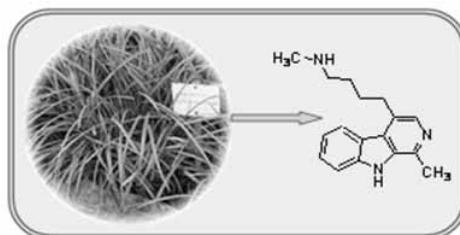
Назначение

Противотуберкулезное средство природного происхождения.

Описание

Алкалоид бревикарин – это вещество природного происхождения, содержится в растении *Carex brevicollis* DC (Семейство Сурег-сее), широко распространенного в Кодрах Молдовы.

Противотуберкулезная активность бревикарина исследована по влиянию на рост штаммов



Штамм бактерий	Бревикарин		Рифампицин	
	МКИ, мг/мл	Ингибирование, %	МКИ, мг/мл	Ингибирование, %
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> H 37 Rv	6,25	100	6,25	98

Mycobacterium tuberculosis H37Rv в сравнении с контрольным раствором известного препарата Рифампицин.

В таблице представлены при равной минимальной концентрации ингибирования (МКИ). Процент такого воздействия у бревикарина выше по сравнению с рифампицином.

Новизна

Новое применение известного вещества.

Преимущества

Бревикарин – относительно дешевое вещество природного происхождения, получается из доступного местного возобновляемого сырья и может быть применено в медицине.

Стадия разработки

Разработан лабораторный регламент выделения бревикарина из отходов производства алкалоида бревиколлина из осоки парвской (*Carex brevicollis* DC).

Разработка защищена патентом Республики Молдовы № 4009.

Предложения по сотрудничеству

- Сотрудничество по разработке лекарственной формы препарата, ее наработки.
- Проведение предклинических и клинических испытаний.
- Разработка технологического регламента производства действующего начала препарата.

Материалы биологического назначения

МОЛ-02

Стимулятор роста растений Cu-1 ("Virinil")

Назначение

Повышение выхода привитых саженцев за счет улучшения образования кругового каллуса

Применение

Питомники в виноградарстве, садоводстве, цветоводстве.

Описание

Обработка прививок водным раствором глициinato-L-серината меди(II) („VIRINIL“) дает наибольший положительный эффект. При концентрации 0,0005–0,0020% стимулирует каллусообразование и срастание прививаемых компонентов.

Препарат используется при прививке винограда, фруктовых деревьев (абрикос, вишня, черешня), при укоренении роз и земляники.

По эффективности он превосходит известный способ – путем обработки 0,2% раствором гетероауксина. Препарат позволяет увеличить выход привитых черенков, подняв уровень образования кругового каллуса на прививках до 96% от исходных черенков.

Преимущества

Применяемый для обработки черенков комплекс меди в твердом состоянии может храниться без изменения в течение ряда лет. Устойчив. В то же время применяемый повсеместно гетероауксин неустойчив, разлагается на свету, теряя свои полезные свойства.

Глициinato-L-серинат меди(II) легко растворяется в воде, обладает антимикробными свойствами, что немаловажно для борьбы с болезнями растений.

Исключается операция парафинирования прививок перед укладкой на стратификацию.

Стадия разработки

Препарат реализуется на местном рынке. Так как используются весьма разбавленные растворы, необходимые коли-



чества активного вещества синтезируются сотрудниками лаборатории бионеорганической химии и нанокмполитов института.

Предложения по сотрудничеству

Широкая реклама препарата.

Организация небольшого предприятия по его производству.

Контактная информация

Институт химии Академии наук Молдовы

Директор: Доктор хаб. химических наук, проф. Т. Лупашку

г. Кишинёв, Республика Молдова, ул. Академическая, д. 3, 2028

Тел. : (373 22) 72 54 90; факс: (373 22) 73 99 54

lupascut@gmail.com; ichem@asm.md;

www.chem.asm.md

Материалы медицинского назначения

МОЛ-03

Astaxanthin plus – инновационный препарат широкого спектра действия из зеленой водоросли *Haematococcus pluvialis*

Назначение

Терапевтическая перспектива в лечении сердечно-сосудистых заболеваний, рака, неврологических и иммунных заболеваний, сахарного диабета, ишемии, болезней Альцгеймера и Паркинсона, замедляет старение организма.

Описание

Комплексный биологический препарат с содержанием астаксантина получен из биомассы зеленой водоросли *Haematococcus pluvialis* по оригинальной технологии экстракции, перехода и стабилизации в различных растительных маслах: подсолнечном, кукурузном, грецкого ореха, оливковом, из виноградных косточек.

Технология получения препарата астаксантина в растительных маслах состоит в перемешивании биомассы с маслами в течении 3 часов.

Перед перемешиванием с маслом биомасса подвергается кислотному гидролизу для разрушения клеточной стенки. Астаксантин полностью переходит из биомассы в масло, а время экстракции сокращается в 16 раз. Технология обеспечивает быстрый переход астаксантина, который обладает сильными липофильными свойствами, в масло.

Преимущества

Препарат получают из первичного растительного сырья, которое не загрязняет окружающую среду. Обладает целым рядом экономических преимуществ. Весь процесс не является токсичным и обеспечивает расширение спектра препаратов и нутрацевтиков для фармации и медицины.

Стадия разработки

Получены Патенты MD 132 ; MD 146; MD 4104.

Создана пилотная установка.

Предложения по сотрудничеству

Продажа конечного продукта и технологии получения.

Контактная информация

В. Рудик, В. Миску, Л. Рудь, Л. Чепой, Т. Кирияк, Ю. Яцко, Д. Садовник

Институт Микробиологии и Биотехнологии АН Молдовы, Лаборатория Фикобиотехнологии

ул. Академическая, 1, MD 2028, Кишинёв, Молдова

Тел.: +373(22) 72 53 06; +373(22) 72 57 54;

microbioteh@yahoo.com

Материалы биологического и медицинского назначения

МОЛ-04

Усовершенствованное получение микробных ферментных препаратов липолитического действия

Назначение

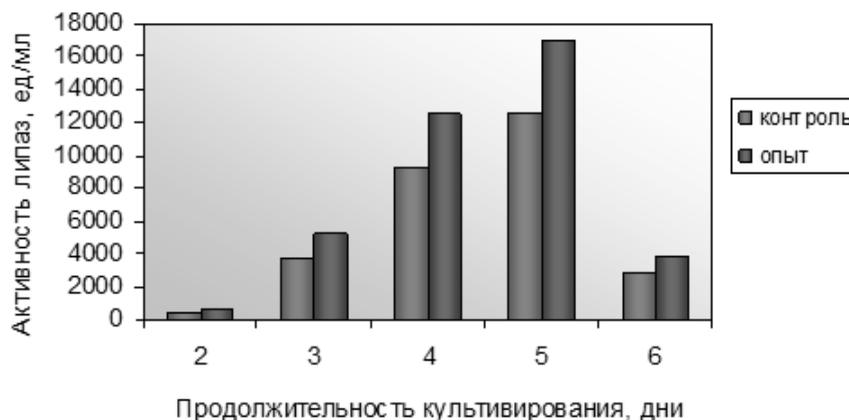
Пищевая, кожевенная и шелковая промышленность, медицина, производстве моющих средств, коммунальное хозяйство, создание новых высокоэффективных современных биотехнологий. Получение ферментных препаратов липолитического действия со степенью очистки Г10х и высокотехнологичными свойствами.

Описание

Технологии состоят из получения липолитического ферментного препарата осаждением этиловым спиртом из культуральной жидкости микромицетов.

Штаммы-продуценты характеризуются коротким циклом развития, высокой способностью синтезировать липазы при глубинном культивировании на простых доступных питательных средах в условиях современных способов направленного микробного синтеза ферментов.

Разработанные технологии обеспечивают получение ферментных препаратов с высокой липолитической активностью.



Новизна

Оригинальность и элементы новизны состоят в использовании в качестве продуцентов новых штаммов микромицетов родов *Rhizopus* и *Aspergillus* с высокой и стабильной способностью к синтезу липаз и коротким циклом развития (24-72 часа); применении способов направленного синтеза микробных ферментов с использованием в качестве биорегуляторов и стимуляторов координационных соединений $Cu(II)$, $Co(III)$; получении новых высокотехнологичных ферментных препаратов, конкурентоспособных по сравнению с соответствующими коммерческими препаратами.

Преимущества

Преимущества разработанных технологий заключаются в повышении липолитической активности продуцентов на 31,2-49,9%; стабилизации биосинтеза липаз в стрессовых условиях:

- коротком цикле культивирования продуцента,
- простых доступных питательных средах,
- возможности использования современных способов направленного синтеза ферментов,
- высокой активности ферментных препаратов.

Стадия разработки

Разработана научно-техническая документация для получения ферментных препаратов липолитического действия с применением современных способов направленного микробного синтеза ферментов:

- лабораторный технологический регламент;
- схема технологического процесса;
- технические условия на ферментный препарат.

Получены Патенты MD 2362, MD 2458, MD 2709.

Предложения по сотрудничеству

Совместные испытания.

Внедрение технологий.

Контактная информация

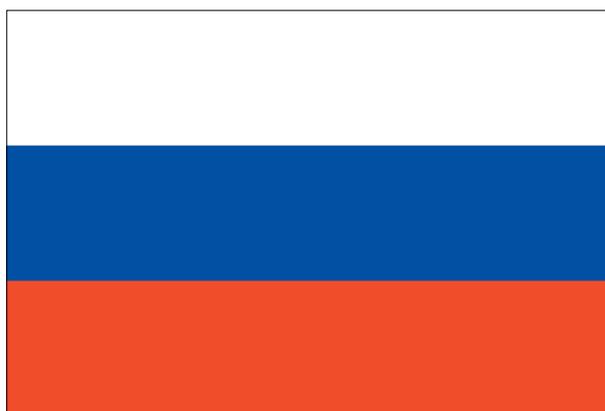
А. Десятник-Чилочи, Ж. Тюрина, О. Болога, Е. Корочану, С. Лаблюк, С. Клапко, М. Стратан, Н. Гэрбэлэу, В. Рудик, К. Туртэ, Л. Чапурин, Т. Сырбу.

Институт Микробиологии и Биотехнологии АНМ, MD 2028

ул. Академическая, 1, Кишинев

Тел.: (373 22) 73 98 24; E-mail: alexandra.ciloci@gmail.com

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



Состояние и перспективы России в области создания новых материалов



**В. Фокин, к.х.н., зам. руководи-
теля департамента МЦНТИ**

Получение и разработка материалов во многом определяют уровень развития научно-технического и экономического потенциала ведущих стран.

По некоторым экспертным оценкам, в ближайшие 20 лет 90% материалов будут заменены принципиально новыми, что приведет к революции в различных областях техники. О перспективности работ по новым материалам свидетельствует и тот факт, что почти 22% мировых патентов выдаются на изобретения в этой области.

Еще недавно Россия занимала одну из лидирующих позиций по многим показателям, характеризующим уровень национального научно-технического потенциала. Советская наука была одной из самых эффективных в мире по экономическому показателю – объему научной продукции на 1 доллар затрат. Она превосходила практически на порядок по этому показателю США, Японию, Германию, Францию.

90-е годы были сложными для российской науки. Это было время, когда в режиме консервации надо было сохранить научные коллективы, которые создавались многие десятки лет. Начиная с 2002 г. и на дальнейшую перспективу, фактически наука стала переходить из режима консервации в режим созидания.

К сожалению, этому серьезно мешает ориентация страны на развитие сырьевой составляющей, однако разразившийся кризис заставил разработчиков активизироваться практически во всех отраслях науки и техники, в т.ч. в материаловедении.

В целом, солидный научный задел российских ученых позволяет России до сих пор сохранять значительный научно-технический потенциал в области новых материалов. Оценки независимых экспертов показывают, что в этой области Россия имеет общий высокий уровень и приоритетные достижения по ряду направлений. Наиболее высок уровень разработок по композиционным и сверхтвердым материалам, несколько ниже – по керамическим материалам, но ни по одному направлению Россия не имеет значительного отставания от мирового уровня, и по каждому из направлений существуют разработки, не уступающие мировым.

По оценкам ряда экспертов, возможности России в области технологий материалов по ряду направлений соответствуют возможностям ведущих промышленно развитых стран.

В России сохранена база для разработки новых материалов. В 33 регионах успешно работают более 200 научных коллективов, способных разрабатывать новые материалы и технологии их изготовления на уровне, отвечающем современным требованиям.

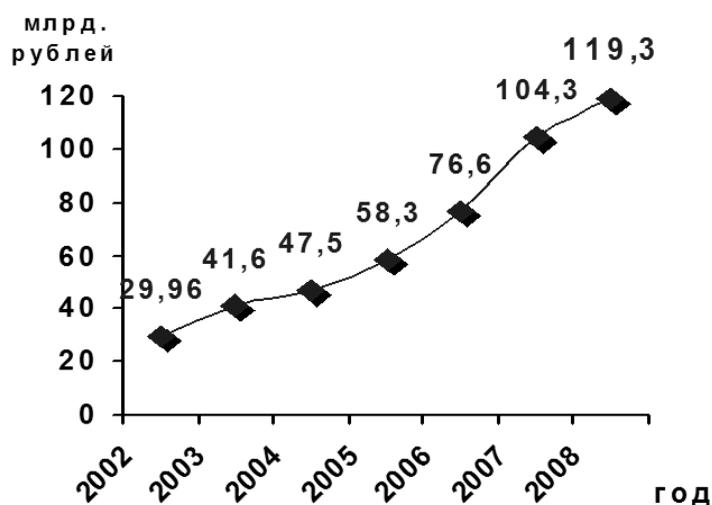
В России целенаправленно реализуется стратегия по снижению зависимости от сырьевого сектора. Экономика постепенно меняет облик, становясь диверсифицированной системой с развивающимся высокотехнологичным сектором.

Направления, связанные с использованием и внедрением наукоемких технологий, получают государственную поддержку. Через федеральные целевые программы (ФЦП) на конкурсной основе финансируются исследования по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий.

Изменен принцип финансирования – государство поддерживает не институты, а проекты с конечным продуктом «на выходе», что позволяет реализовать всю инновационную цепочку: от генерации идей до коммерциализации результатов.

В важнейших секторах экономики: авиа-, судостроении, оборонной промышленности, атомной энергетике, нанотехнологиях функционируют специализированные структуры и госкорпорации. Правда, в последнее время стали активно обсуждаться вопросы о том, что юридические формы их существования противоречат российскому законодательству. Таким образом, возможно, статус ряда госкорпораций будет изменен. В случае РОСНАНО это уже произошло.

Наблюдается формирование взаимосвязанной и многоуровневой инновационной системы. Государственное финансирование научных исследований и разработок в России осуществляется в рамках девяти основных федеральных целевых и отраслевых программ. На исследования и разработки гражданского назначения в 2008 г. (последний докризисный год) из средств федерального бюджета было выделено 119,3 млрд. руб.



В 2009 г. финансирование научных исследований из бюджета планировалось увеличить на 26%, однако кризисные явления заставили несколько скорректировать бюджет, выделенный на эти цели. В настоящее время работы в области новых материалов в России проводятся в рамках федеральных, межведомственных и ведомственных программ.

Основные из них:

- ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг.»
- Федеральная космическая программа России на 2006-2015 гг.
- Государственная программа вооружения на 2007-2015 гг.
- Программы государственных академий наук и вузовской науки
- Проекты Российского фонда фундаментальных исследований.

Основной является ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг.»

Объем ее финансирования должен составить с 2007 по 2012 гг. около 195 млрд. руб., из которых примерно 134 млрд. руб. – средства федерального бюджета, остальные 61 млрд. руб. поступают из внебюджетных источников. Доля этой программы составляет около 70% от общего финансирования. К ее выполнению привлечены лучшие силы страны.

В программе пять основных направлений: живые системы, информационно-телекоммуникационные системы, индустрия наносистем и материалов, рациональное природопользование, энергетика и энергосбережение.

На создание новых материалов направлено 60% от общего объема финансирования: около 40% – раздел «Индустрия наносистем и материалов», остальное – проекты в рамках других направлений, связанных с созданием новых материалов.

В рамках программы должно быть разработано около 140 конкурентоспособных технологий коммерческого использования, внедрено более десяти передовых технологий, созданы новые организации, обладающие приборной базой мирового уровня.

По предварительным оценкам, реализация предусмотренных мероприятий должна привести к росту инновационного сектора, улучшению структуры экспорта за счет повышения к 2012 г. до 10,2% доли высокотехнологичной продукции и росту ее присутствия на мировом рынке. Доля инновационно активных компаний в промышленности к концу 2012 г. должна возрасти по прогнозным оценкам до 18%.

Логическое продолжение программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» – ФЦП «Научно-технологическая база России на 2007-2012 гг.»

Общий объем ее финансирования – 99,4 млрд. руб., в том числе:

а) за счет средств федерального бюджета – 49,5 млрд. руб.,
из них на НИОКР – 35,9 млрд. руб.;

б) за счет средств внебюджетных источников – 49,9 млрд. руб.

В области новых материалов программой предусмотрено финансирование ряда направлений.

Направления	Стоимость работ (млн. руб.)	Финансирование из федерального бюджета
Технологии металлов и сплавов	3564	1282
Технологии аморфных, квазикристаллических материалов, интерметаллидов и функционально-градиентных покрытий	4808	1804
Технологии полимеро-, керамо- и металломатричных композитов	1526	763
Каталитические процессы и технологии наномодифицированных катализаторов	963	481,5
Технологии полимерных композиционных материалов	1030	315
Мембранно-каталитические материалы	1333	666,5
Сорбенты, поглотители, катализаторы для систем жизнеобеспечения и очистки	1198	489
Электронные материалы и структуры	3357	2238
Всего	17779	8039

Результатом реализации программы в области новых материалов должно стать:

- вновь разработанные технологии, соответствующие мировому уровню – 113-119;
- патенты или другие документы, удостоверяющие новизну технологических решений – 107-112;

- переданные в производство технологии – 118-124;

Одним из приоритетов в области новых материалов в России стали нанотехнологии.

Для реализации государственной политики в части инновационной деятельности и коммерциализации разработок в сфере нанотехнологий этим занимается созданная Президентом Российская корпорация нанотехнологий Роснанотех, уставной капитал которой – 130 млрд. руб. Значительные средства расходуются на создание центров коллективного пользования (ЦКП) с уникальным оборудованием. Из более 70 ЦКП, созданных на базе ведущих научных организаций и высших учебных заведений, более половины работают по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы». Сегодня практически в любом из регионов центральной части России ученый может найти исследовательскую установку мирового уровня.

Приоритетными направлениями НИОКР в сфере нанотехнологий в России определены:

- конструкционные наноматериалы гражданского и двойного назначения со специфическими эксплуатационными свойствами (прочностными и температурными);
- материалы и технологии для наноэлектроники и нанофотоники;
- композитные наноматериалы на основе углерода (нанотрубки, фуллерены);
- медицинские препараты и биоматериалы;
- научное, аналитическое и технологическое оборудование для наноиндустрии.

Ожидаемые результаты реализации Программы к 2015 г.:

- финансирование производственно-технологической инфраструктуры наноиндустрии – 180 млрд. руб.;
- объём продаж российской продукции наноиндустрии – около 900 млрд. руб. (уточняется);
- доля такой российской продукции на мировом рынке высоких технологий – 3,0%.

Анализ полученных результатов свидетельствует о правильности выбранного курса, основанного на программно-целевом методе и концентрации государственных и внебюджетных ресурсов на реализацию проектов по приоритетным направлениям.

За последние годы созданы основные элементы инновационной инфраструктуры: более 50 техно-

1-4 года	5-8 лет	9-14 лет	Более 15 лет
Косметика	Химические катализаторы	Солнечные элементы	Микропроцессоры
Текстиль	Краски	Компактные энергосистемы	Квантовые компьютеры
Смазочный материал	Лекарственные препараты	Биоматериалы	Молекулярные процессоры
Дисплеи	Медицинская диагностика	Импланты	Нано-био
Сенсоры	Наноматрицы		Нанoeлектромеханика
Композиты	Упаковка для продуктов		Регенерация тканей, органов
	Энергия/топливо		
	Освещение		

парков, свыше 70 инновационно-технологических центров, около 100 центров трансфера технологий. Ведутся работы, направленные на то, чтобы все звенья инфраструктуры – научная, технологическая, финансовая, производственная были взаимосвязаны. Только с государственным финансированием в регионах было создано около 300 объектов.

На протяжении пяти лет шла достаточно успешная отработка важнейших элементов инновационной системы: проектно-целевого финансирования; полной инновационной цепочки – от ориентированных поисково-прикладных исследований – через разработку технологий – к коммерциализации результатов; формирование необходимых центров инновационной инфраструктуры. Системный подход обе-

спечил достаточно успешное сочетание научных исследований с формированием элементов инновационной системы, взаимодействия науки и бизнеса; позволил выявить барьеры и проблемы, которые необходимо преодолеть.

Продолжается интеграция России в мировое научно-техническое пространство.

Основными направлениями деятельности страны в области международного сотрудничества являются, в первую очередь, представление интересов России в международных организациях, научных сообществах и программах (ЮНЕСКО, ЮНИДО, АТЭС, ЦЕРН, 7-я рамочная программа ЕС, международная программа «Эврика», проекты ИТЭР, XFEL), а также выполнение обязательств России в рамках Межправительственных соглашений по научно-техническому взаимодействию на двусторонней основе.

Россия поддерживает двустороннее научно-техническое сотрудничество почти со 100 странами, из которых с 60 имеются межправительственные соглашения, протоколы и меморандумы.

В интересах формирования национальной инновационной системы с привлечением международного опыта создано около 20 международных научно-технических центров и лабораторий (с ЕС, СНГ, АТЭС, Китаем, США, Германией, Финляндией, Голландией, Францией, Израилем, странами Латинской Америки).

Одним из основных инструментов реализации двустороннего сотрудничества стала ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг.». Только в рамках блока «Генерация знаний» Программы по пяти приоритетным направлениям реализуется более 130 проектов с 40 ведущими странами Европы, Азии и Америки.

Наиболее активное сотрудничество ведётся с Германией (более 30 совместных проектов) и Китаем (около 20 проектов).

В целом, Россия поступательно движется по пути инновационного развития. Однако не все проблемы решены.

На текущий момент основные из них:

- разрывы в инновационном цикле и в переходе от фундаментальных исследований к коммерческим технологиям. Низкий уровень прикладных разработок и неразвитость инновационной инфраструктуры в части коммерциализации передовых технологий приводят к тому, что за рубеж поставляются знания при крайне недостаточном уровне экспорта технологий;
- ресурсы предпринимательского сектора ориентированы в большей степени на закупку импортного оборудования: предлагаемые знания в большей степени востребованы за рубежом. Капитализация высокого интеллектуального ресурса происходит преимущественно вне пределов России, а значительные средства предпринимательского сектора исключены из процессов воспроизводства отечественного сектора исследований и разработок;
- недостаток квалифицированных кадров. Значительное количество представителей российской науки работает за рубежом, занимаясь, в том числе, прорывными технологиями, и обеспечивая инновационное развитие экономик других государств.

Оценивая состояние и перспективы России в области новых материалов, можно констатировать, что, несмотря на значительно меньший, по сравнению с ведущими индустриальными державами опыт ведения инновационной деятельности, в России существует действенная национальная инновационная система, осуществляется коммерциализация научно-технических результатов, обеспечен рост производства новой высокотехнологичной продукции. Текущий уровень отечественных разработок по большинству направлений материаловедения соответствует мировому.

Нанотехнологии для повышения качества медицинской техники



**Б. Крит, проф.
МАТИ**



**Н. Морозова,
к.п.н., ст. пр.
РМАПО**



**Д. Цыганов, д.т.н.,
зав. кафедры
РМАПО**

Повышение качества медицинской техники и инструмента актуально. Например, масса кресла-коляски во многом определяет возможности людей с ограниченными двигательными функциями, а уровень требований к безопасности и комфортности формирует достаточно жёсткие рамки для изготовителей медицинструмента.

Ортопедические импланты, наряду с биологической совместимостью, должны быть прочными и лёгкими. Тестовые испытания хирургических ножниц или иглодержателей обязаны подтвердить их высокую режущую способность и отсутствие минимальных следов коррозии после 50-и циклов стерилизации.

Усилия разработчиков и производителей с целью повышения эксплуатационных характеристик медтехники, предпринимаются в двух направлениях:

- создание новых материалов и сплавов с заданными свойствами;
- модифицирование свойств уже созданных изделий с использованием различных видов обработки.

Количество работ, относящихся к первому направлению, резко сократилось, что обусловлено, главным образом, практически полной «выработкой» возможностей существующих материалов, сплавов и их компонентов. По этой причине наиболее эффективному решению проблемы будет способствовать создание новых методов обработки изделий медтехники, улучшающих параметры существующей продукции.

Для улучшения характеристик таких изделий в работе описан опыт использования ионно-лучевых и электролитно-плазменных методов, которые позволяют существенным образом изменять состоя-

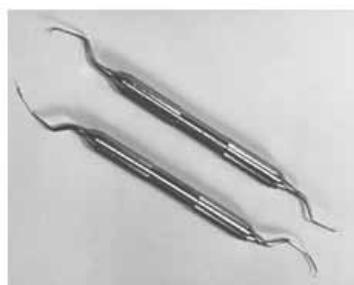


Рис.1. Медицинструмент, подвергнутый ИЛМ.

Характеристика	До обработки	После обработки	Примечание
Твердость, HRC	51-53	< 59	
Микротвердость HV, ГПа	9,0±0,4	< 13,5	
Коррозионная стойкость, %	< 25	< 10	ТУ 64-1-3028, ГОСТ 19126-2007
Шероховатость поверхности R _a , мкм	≤ 0,16	≤ 0,1	
Режущие свойства после перестерилизации, циклы	50	≥ 200	ГОСТ 3479-85
Бактерицидные свойства	нет	есть	

Табл. 1. Характеристики мединструмента

ние поверхности; появляется возможность замены традиционных материалов на менее дорогие и недефицитные.

Предложен алгоритм комплексного улучшения характеристик изделий медтехники в зависимости от их специфики. Наиболее распространенным материалом для инструмента, используемого в медицине является хромистая нержавеющая сталь марок 20X13 ÷ 40X13. Уровень функциональных свойств мединструмента определяют, главным образом, твердость, сопротивление износу и коррозионная стойкость [1]. Наилучший метод обработки поверхности в этом случае – ионно-лучевое модифицирование (ИЛМ) [2].

Для экспериментов были выбраны инструменты: микро-, нейрохирургические – иглодержатель, ножницы, игла-вилка; хирургические – пинцет, скальпель; стоматологические – шпатель, штопфер, элеватор зубной (рис.1). Рабочие поверхности изделий, изготовленных из легированной стали 20X13, подвергались бомбардировке ионами W, Mo и Cr с энергией 35 кэВ и флюенсами в интервале $10^{16} \div 10^{18} \text{ см}^{-2}$ (табл.1).

Можно сформулировать базовые моменты технологического регламента ИЛМ мединструмента из стали 20X13: обработка поверхности ионами Mo с энергией 35 кэВ и флюенсом 10^{18} см^{-2} оптимальна с точки зрения комплексного повышения основных характеристик.

Для создания облегченной инвалидной коляски целесообразно использование магниевых сплавов, при практически одинаковой прочности плотность которых в 1,5 раза меньше, чем у Al. Однако низкая коррозионная стойкость не позволяет магниевым сплавам занять достойное место в ряду конструк-

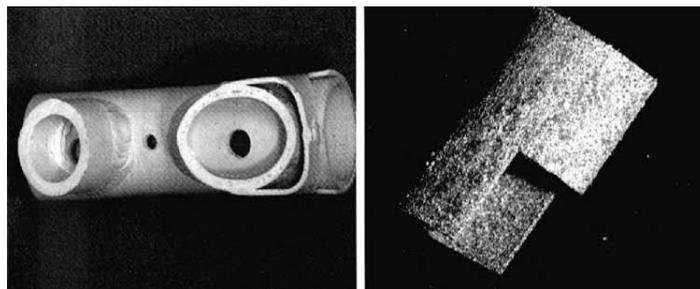


Рис.2. Коррозионные испытания Mg сплава (МДО-модифицированный образец - необработанный образец)

ционных материалов. Существенную помощь в этом может оказать создание нанокерамических сверхтвёрдых коррозионностойких композитных слоёв на поверхности деталей методом микродугового оксидирования (МДО) [3]. В этой связи наглядны результаты климатических испытаний фрагментов рам из магниевого сплава МА2-1 в камере солевого тумана (рис.2), проводившихся в специализированной исследовательской лаборатории «AGMI Material Testing and Quality Control Co.» (Венгрия).

Тестировались трубчатые образцы, обработанные МДО в силикатно-щелочном электролите при анодно-катодном режиме в течение 1,5 часов (анодная плотность тока 7,5 А/дм², катодная - 4,5 А/дм², толщина модифицированного слоя около 70 мкм) и образцы исходного сплава. Испытания соответствовали международному стандарту [4]. После 72 часов воздействия на образцах с МДО практически отсутствовали видимые следы коррозионных разрушений, в то время как необработанный образец претерпел 100%-ю коррозию. Таким образом, модифицирующее воздействие МДО практически на порядок снижает интенсивность коррозии сплавов на основе Mg. Также представляется перспективной МДО-обработка поверхности имплантов тазобедренных суставов (рис.3).



Рис.3. Имплант тазобедренного сустава после МДО-обработки

Сформированный на поверхности титанового сплава нанокерамический оксидный слой заданной пористости, состоящий из шпинелеподобной наноструктурированной смеси $Al_2O_3 \cdot TiO \cdot TiO_2$, способен органично срастаться с костной тканью, не вызывая реакций отторжения. Помимо сплавов титана, традиционно используемых в качестве основы имплантов, важно изучить возможность применения для этих целей более лёгких металлов, например, алюминия или магния, поскольку их поверхность, модифицированная методом МДО, должна сохранить биосовместимость эндопротезов при высоком уровне гравиметрических показателей.

Проведённые исследования наглядно демонстрируют возможность воздействия на поверхность металлических сплавов высокоэнергетическими методами и свидетельствуют о необходимости их детального изучения с целью расширения сфер использования, в частности, при производстве изделий медицинской техники.

Литература

1. ГОСТ 19126-2007. Инструменты медицинские металлические. М., 2007 © НАЦ. СТАНДАРТЫ.
2. Борисов А.М., Крит Б.Л., Паволоцкий А.Б., Тихонов С.А. Ионная имплантация как метод комплексного повышения характеристик медицинструмента // Научные труды МАТИ им. К.Э. Циолковского. Вып. 1 (73). М.: Изд-во «ЛАТМЭС», 1998, с. 169-174.
3. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Крит Б.Л. и др. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. - М.: Техносфера, 2011.- т. 2 – 512 с.
4. Corrosion tests in artificial atmospheres – Salt spray tests. ISO 9227:2006.

Разработки российских организаций представлены фирмой «Фид»

РУС-01

Белково-витаминные корма из малоценного растительного сырья для животных

Разработаны ускоренная твердофазная микробиологическая ферментация и оборудование для производства кормов для сельскохозяйственных животных, пушных зверей, птицы и рыбы корма, насыщенных белками, витаминами и другими полезными веществами с использованием специального фермента (закваска Леснова). Производятся из малоценного растительного сырья и отходов (отруби, пивная дробина, дроблёная солома, солома, свекловичный жом, лузга подсолнечника, крупяные отходы, в том числе рисовая шелуха).

В отличие от кормовых дрожжей и традиционных ферментов, которые расщепляют клетчатку и полисахариды до моносахаров, увеличивая, главным образом, энергетическую составляющую кормов, закваска Леснова (5 гр на тонну сырья) способствует образованию высокоусваиваемого микробного белка и

Продукты	%	Рапсовый шрот	Спиртовая барда	Пивная дробина	Отруби пшеничные	Солома пшеничная	Свекловичный жом
натуральные	клетчатка	35,5	20,1	18,5	13,5	45,0	23,6
	белок	34,7	21,1	23,1	15,0	3,6	8,9
ферментированные	клетчатка	10,1	10,1	6,5	7,6	39,0	16,0
	белок	46,2	37,4	42,3	21,0	7,8	17,3

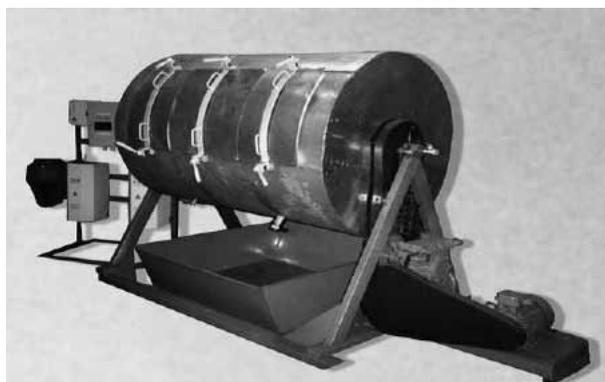
незаменимых аминокислот, а также синтезу витаминов групп Д, В, Е, К, Р, РР.

Ферментированный продукт обеспечивает:

- крупный рогатый скот (КРС) – среднесуточный прирост живой массы более чем на 1000 гр, рост надоев молока на 20-30% с увеличением в нём содержания жира и белка;
- свиньи – среднесуточный прирост живой массы 700 гр, сокращение сроков выращивания до 100 кг – со 190 до 160 дней, повышение на 40% усвояемости кормов;
- птицы - повышение яйценоскости на 20%, выживаемость цыплят составляет не менее 95%.

Кроме того, наблюдается повышение иммунитета к различным заболеваниям у животных и птиц.

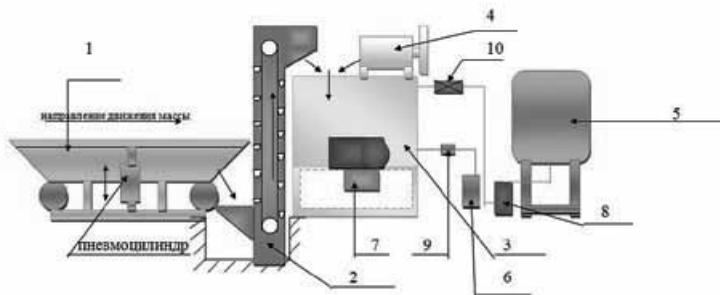
Использование ферментированных кормов позволяет снизить себестоимость конечной продукции более чем на 20%.



Ферментационная установка УБК-2

Продукт не содержит токсичных веществ, причем при ферментации снижается содержание нитратов и нитритов, разрушаются микотоксины.

Процесс твёрдофазной ферментации экологически чистый, не включает стадию предварительного гидролиза полисахаридов. Отсутствует необходимость в стерилизации готового продукта. Не требуются значительные капитальные затраты. Окупаемость производственной линии – 1 – 1,5 года.



Оборудование в производственной линии: 1 – приёмный бункер 2 – подъёмный конвейер загрузки 3 – смеситель-ферментатор 4 – ферментационная установка УБК-2 (заквасочный блок) 5 – водонагреватель 6 – компрессор 7 – выгрузной шнек 8 – насос 9 – клапан системы подачи воздуха 10 – клапан системы подачи воды.

Параметр	Значение
Производительность по влажному корму при двухсменной работе, кг/сутки, min	1500
Установленная мощность, кВт силовая	3,0
тепловая	15
Удельный расход энергии, кВт·час/т	8,5
Рабочий объём ферментационной ёмкости, м ³	1,0
Обслуживающий персонал, чел.	1
Масса, кг	820
Габариты, см	170x120x185
Режим работы	периодический

Ферментация осуществляется в автоматическом режиме с поддержанием параметров, необходимых для успешного протекания процесса. В ферментационной установке происходит расконсервация закваски и наращивание микробной биомассы до необходимого уровня. После этого она направляется в смеситель-ферментёр, где и реализуется основной процесс ферментации.

Стадии технологического процесса

I. Завоз сырья (осуществляется всеми видами транспорта).



Ферментёр-смеситель тина SM-6

Параметр	Значение
Производительность по влажному корму при двухсменной работе, кг/сутки, min	8000
Установленная мощность, кВт	
силовая	2,0
тепловая	7,5
Удельный расход энергии, кВт·час/т	4,5
Рабочий объём ферментационной ёмкости, м ³	4,0
Обслуживающий персонал, чел.	2
Масса, кг	2850
Габариты, см	419x202x220
Режим работы	периодический

II. Измельчение сырья (обязательному измельчению подвергаются грубые корма - солома, полова, лузга подсолнечника, стержни кукурузных початков).

III. Загрузка сырья (измельчённое сырьё загружается в смеситель-ферментёр и заквасочный блок).

IV. Приготовление рабочей закваски (проводится в ферментационной установке УБК-2. Сухой поро-



1 - Ферментированная спиртовая барда, 2 - Ферментированная измельчённая льняная солома (в отличие от традиционной технологии отделение волокна происходит в течение 20-24 часов), 3 - Ферментированный свекловичный жом, 4 - Ферментированная пшеничная солома, 5 - Ферментированный высушенный рапсовый шрот, 6 - Ферментированная гранулированная солома, 7 - Ферментированная лузга подсолнечника, 8 - Ферментированные отруби

шок закваски используется из расчёта 1 гр на 200 кг сухого корма. Время наращивания биомассы - 3-7 часов при 40-60°C).

V. Нагревание кормовой массы – увлажнение в смесителе-ферментёре (необходимо для частичного уничтожения содержащейся в ней патогенной микрофлоры, пастеризации, растворения минеральных солей и других добавок).

VI. Внесение рабочей закваски (производится в процессе перемешивания при влажности 50-55% и 50-55°C).

VII. Приготовление корма (проводится в смесителе-ферментёре. Продолжительность ферментации в зависимости от содержания клетчатки в обрабатываемом сырье от 3-4 до 10-12 часов при температуре среды не менее +10°C).

VIII. Выгрузка готовой продукции (после ферментации готовая продукция раздаётся животным или сушится и гранулируется).

Предложения по сотрудничеству

Разработка и изготовление под ключ цеха по производству кормов из малоценного растительного сырья с использованием закваски Леснова для животных и птицы.

Изготовление и комплектация оборудования, включая приборы технологического контроля и управления.

Авторское сопровождение монтажа, проведение пуско-наладочных работ, обучение персонала.

РУМЫНИЯ



Спечённые листы высокой пористости: структура, свойства, обработка



И. Вида-Симити,
проф., доктор, декан факультета,
Технический университет Клуж-Напока

Статья представляет собой обзор исследований в области спечённых пористых материалов. Описывается комплексный метод классификации, основные свойства и функциональные свойства пористых спечённых листов: реакция на механические напряжения, проницаемость и технологические возможности обработки. Спечённые материалы высокой пористости можно получить из металлических и керамических порошков свободным растеканием с последующим спеканием. Такие материалы имеют структуру с высокой пористостью и большой удельной поверхностью. Пористая спечённая структура состоит из каркаса основного материала (металлическая матрица) и пространственной сетки пор. Матрица из частиц спечённого порошка обеспечивает стойкость структуры к внешним механическим напряжениям. Благодаря пористости и большой удельной поверхности сетка сообщающихся пор гарантирует специальные свойства этого материала. Некоторые направления использования: фильтрация и очистка жидкостей и газов, пламегасители, шумопоглотители, равномерное распределение жидкости по поверхности или в заданном объёме, сепарация жидкостей и газов, смешивание жидкости с газом, каталитические, электрохимические и биотехнологические свойства.

Введение

Материалы, полученные послойным растеканием или компактированием под низким давлением с последующим спеканием металлических и керамических порошков, характеризуются высоким уровнем пористости. Они используются в качестве полуфабрикатов с использованием пластической деформации, материалы для сварки и механической обработки фильтрующих элементов различной геометрической формы. Классификация пористых материалов с большой удельной поверхностью в зависимости от уровня пористости и размера пор представлена на рис.1 [1]. На рис.2 приведен технологический маршрут производства спечённых листов высокой пористости.

Структура подобных материалов включает металлический каркас из зёрен спечённого порошка и пространственную решётку сообщающихся друг с другом пор в основном открытого типа (рис.3). Сообщающиеся поры обеспечивают хорошую проницаемость материалов [2, 3]. По-видимому, спечённые листы с высоким уровнем пористости являются новым материалом, обладающим специфическими свойствами.

При технологических операциях и эксплуатации спечённые пористые листы из нержавеющей стали подвергаются, кроме всего прочего, воздействию напряжений растяжения и сжатия. Эти напряже-

ние изменяют параметры пористой структуры и, как следствие, основные характеристики (фильтрующая способность, технологические и механические свойства). Необходимо провести исследование спечённых пористых листов из нержавеющей стали под сжимающим и растягивающим напряжениями для определения оптимальных размеров фильтров и параметров достижения различных конструктивных форм [1, 3]. Для получения спеканием и дальнейшего исследования пористых листов использовался порошок марки 316L (Höganäs). Химический состав порошка: 0,3% С, 16-18% Cr, 10-12% Ni и Мо, 1% Si, 0,03% S, 0,03% P, остальное - Fe.

Реакция на механические напряжения

Гомогенизированный порошок с помощью специального устройства распределяется по поверхности подложки - стального листа. Принимая во внимание распределение порошка, опорная пластина закрывается по обеим сторонам шликером из мелкозернистого слоя Al_2O_3 . Затем слой порошка выравнивается до

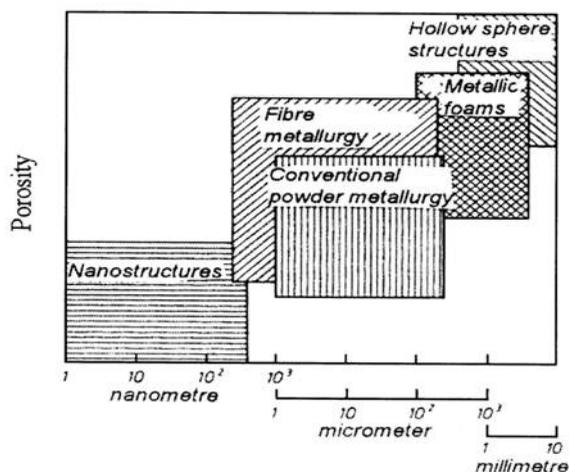


Рис. 1. Классификация пористых материалов: Porosity – пористость, Pore size – размер пор, nanometer – нм, micrometer – мкм, millimeter – мм, nanostructures – наноструктуры, fibre metallurgy – волоконная металлургия, conventional powder metallurgy – традиционная порошковая металлургия, metallic foams – металлические пены, hollow sphere structures – структуры с полыми сферами

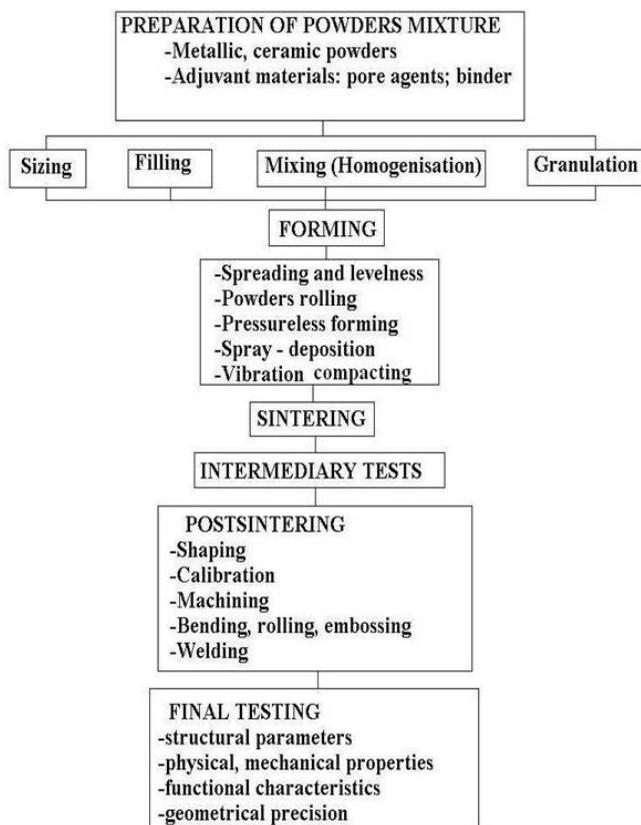


Рис. 2. Диаграмма технологического маршрута производства спечённых листов высокой пористости: Preparation of powder mixtures – получение порошковых смесей, metallic, ceramic powders – металлические, керамические порошки, adjuvant materials: pore agents; binder – дополнительные материалы: порообразователь; связующее, sizing – сортировка по размеру, filling – заполнение, mixing (homogenization) – гомогенизация, granulation – грануляция, forming – формование, spreading and levelness – растекание и выравнивание, powders rolling – прокатка порошка, pressureless forming – формование без давлением, spray deposition – нанесение распылением, vibration compacting – вибрационное компактирование, sintering – спекание, intermediary test – промежуточное испытание, postsintering – последующее спекание, shaping – придание формы, calibration – калибровка, machining – механическая обработка, bending, rolling, embossing – гибка, прокатка, гофрировка, welding – сварка, final testing – заключительные испытания, structural parameters – параметры структуры, physical, mechanical properties – физические, механические свойства, functional characteristics – функциональные характеристики, geometrical precision – точность геометрических размеров.

необходимой толщины (1–2 мм). Описанный метод испытания осуществлялся для спечённых пористых листов толщиной 1,5 мм.

Спекание проводилось в защитной атмосфере водорода. Исследовалось влияние параметров спекания на формирование оптимальной пористости. Для используемых частиц размером (-40 мкм; (+40-80) мкм; (+80-125) мкм), температурного диапазона (1290-1310)°С при времени спекания 120 мин. удалось получить спечённый металлический лист с оптимальной структурой и уровнем пористости [4, 5].

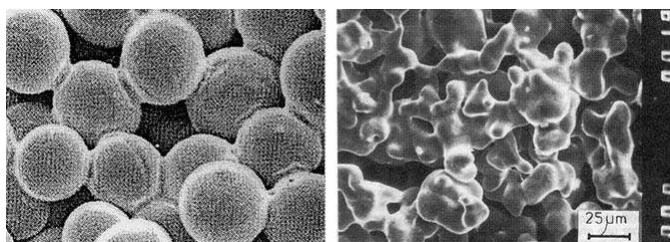


Рис. 3. Пористые спечённые структуры: сферические частицы и частицы неправильной формы.

Испытание на растяжение

Для определения механических характеристик (предела прочности на растяжение, условного предела текучести, удлинения при разрыве) испытано на растяжение большое число образцов, вырезанных из пористых листов различной пористости, изготовленных из исходных частиц различного размера. При исследовании применялась испытательная машина «Instron».

Для испытаний пористых листов на растяжение использовался образец с формой и размерами, указанными на рис. 4. Он получен при очень тонкой резке для обеспечения повышенной точности и уменьшения повреждений в зоне реза. Дуга окружности (R50) формирует переходную зону (минимальная ширина 25 мм), в которой происходит разрушение образца [4].

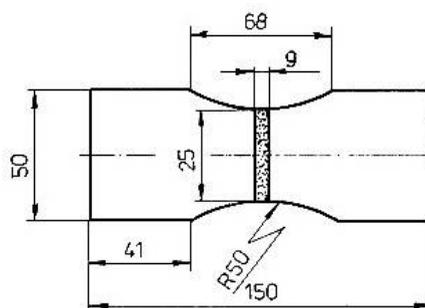


Рис. 4. Образец для испытания на растяжение

При исследовании влияния пористости на прочность при растяжении рассматривался каждый гранулометрический состав в отдельности. Отношения зависимости экспериментального вида обеспечивают наименьшие значения остатка средней ошибки и критерия Гаусса. В этой связи вариационный закон зависимости прочности при растяжении от пористости имеет вид: $R_p = R_m \cdot \exp(-V_1 P)$ (1) [4-6], где R_m – прочность на растяжение матрицы компактного порошка материала, P – пористость, $V_1 = 5,13$ для частиц в 40 мкм; $V_1 = 5,86$ для частиц (+40-80) мкм; $V_1 = 6,63$ для частиц (+80-125) мкм.

Параметр V_1 характеризует интенсивность снижения прочности при растяжении с ростом пористости. Из приведённых данных видно, что V_1 линейно увеличивается с ростом размеров порошка. Прочность при растяжении листа уменьшается.

В отношении прочности при растяжении следует учитывать, что пористость включает множество мелких пор (для малого размера частиц) или небольшое число больших пор (для частиц большого размера). В последнем случае прочность при растяжении меньше при той же пористости по сравнению с первым случаем.

Если не рассматривать размеры порошков, и результаты эксперимента учитывать для полного диапазона пористости, зависимость прочности при растяжении от последней принимает более сложный вид и описывается: $R_p = R_m (1 - P^2)^{-V_2 P}$ (2), где $V_2 = 4,49$.

Если изменение текучести спечённых пористых листов зависит от пористости, вариационный закон, используемый для всех случаев независимо от размеров порошка, выражается уравнением (2) при $V_2 = 2-5$ в зависимости от этого размера [4-6]: $V_2 = 2,27$ для частиц -40 мкм; $V_2 = 3,48$ для частиц (+40-80) мкм; $V_2 = 4,39$ для частиц (+80-125) мкм; $V_2 = 3,12$ независимо от размера частиц.

Кривые 4 (рис. 5, 6) демонстрирует те же зависимости, если не принимать во внимание размер порошка. Эти кривые приведены только для сравнения с кривыми 1-3, определенными экспериментально

и нанесенными с помощью компьютерной графики для каждого размерного диапазона порошка, используемого для получения пористых листов.

Полученные кривые можно использовать для определения пределов прочности при растяжении и текучести спечённого листа высокой пористости.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) поверхности разрушения образцов пористого листа, подвергнутых растяжению, подтверждает, что зона разрушения локализуется в образующихся при спекании шейках (рис. 7) [4]. Эти шейки содержат дефектные зоны, которые являются концентраторами напряжений, определяющих характер разрушения и механизм распространения трещин. Экспериментами на пористых материалах из порошков аустенитной стали показано, что большинство разрушений происходит после пластической деформации шеек спекания с большим радиусом кривизны. Это свидетельствует о незначительном эффекте концентрации напряжений в зоне большинства таких шеек. На рис. 7 на некоторых шейках можно наблюдать плоскости скольжения. Это подтверждает умеренно пластичный характер разрушения шеек благодаря аустенитной структуре металлической матрицы, однако для пористого материала, его разрушение можно рассматривать как хрупкое.

Испытание на сжатие

Гидростатическое давление фильтруемых жидкостей и механическое воздействие металлических частей, контактирующих с пористым телом, вызывают его деформацию, что оправдывает проведение испытаний на сжатие тонких пористых листов.



Рис. 7. Изображения зоны разрушения: общий вид (x1000), удлиненная спекённая зона шейки (x10000), разрушенная шейка (x10000) (СЭМ)

каждого цикла деформации. Данные эксперимента обосновывают следующие уравнения для описания зависимости: $p=A \cdot \exp(B \cdot \epsilon)$ (4), $P=P_0 \cdot \exp(C \cdot p)$ (5), $P=1-(1-P_0) \cdot \exp(M \cdot \epsilon)$ (6), где p – давление деформации; ϵ – одноосная пластическая деформация; P – текущая пористость; P_0 – исходная пористость; A, B, C, M – параметры.

На рис. 8-10 приведены кривые зависимостей $p=f(\epsilon)$, $P=f(p)$, and $P=f(\epsilon)$ для сжатия, описываемого уравнениями с рассчитанными параметрами A, B, C, M .

Видно, что значения этих параметров хорошо согласуются с теоретическими исследованиями зависимости характера сжатия спекённых листов высокой пористости из нержавеющей стали от исходной пористости P_0 .

Деформация сжатия спекённых пористых листов высокой пористости (кривая А) отличается от этого параметра для уплотнённого и спекённого материалов низкой пористости (кривая В, рис. 11). Изменение формы кривых можно объяснить уменьшением пористости материала при сжатии.

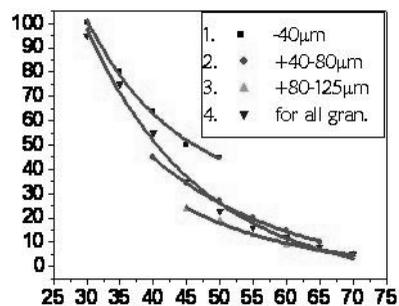


Рис. 5. Зависимость при растяжении прочности от пористости и размера порошка

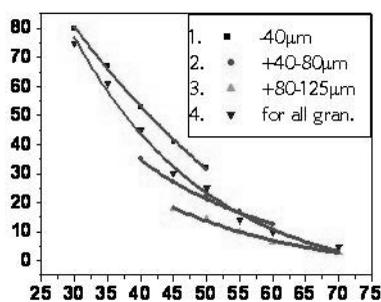


Рис. 6. Зависимость предела текучести от пористости и размера порошка

Такие испытания спекённых листов из нержавеющей стали различной толщины выполнены на испытательной машине Instron с пуансоном диаметром 11,3 мм. В ходе каждого цикла груз считывалось по уравнению: $\epsilon = \ln(h_0/h)$ (3). Пористость определялась после

После полного уплотнения в результате сжатия материал начинает вести себя как уплотнённый (кривая С). Наряду с ростом небольших деформаций (кривая D) можно отметить увеличение давления до полного разрушения материала под воздействием пуансона. Различие в кривых С и D объясняется механическим упрочнением металлической матрицы и деформацией и уплотнением материала в зоне кривой А.

Влияние технологических параметров на структуру и проницаемость

Из порошков, отсортированных по четырём размерным диапазонам, растеканием, прессованием и спеканием изготовлены дискообразные образцы диаметром 60 мм и толщиной 3 мм. Размеры порошка, процесс формования, давление компактирования, режим спекания оказывают влияние на пористость структуры и размер пор. В исследовании использовались пять размерных диапазонов порошков нержавеющей стали (316L). Для определения максимального размера пор в соответствии с международным стандартом EN24003 применялся метод образования пузырей.

На рис. 12а показано влияние давления компактирования на пористость для всех размерных диапазонов используемых порошков. Можно выделить резкое снижение пористости с ростом этого давления и уменьшением размера частиц. Пористость можно рассматривать в качестве управляющего фактора функциональными характеристиками проницаемых пористых структур, например, проницаемость и тонкость фильтрация.

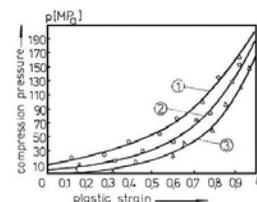
На рис. 12б показано влияние давления на размеры пор для каждого размерного диапазона порошка нержавеющей стали. Максимальный размер пор увеличивается от одного размерного диапазона к последующему одновременно с ростом этих размеров. Тенденция объясняется различным размером пустых пространств, сохранившихся между частицами после компактирования. Поэтому доля размерного диапазона частиц представляет собой определяющий фактор проницаемой пористой структуры и её параметров.

На рис. 13 показано влияние пористости на коэффициент проницаемости для вязкого потока (а) и максимальный размер пор (б) при пропускании воздушного потока через поры. Изменение пористости привело к увеличению давления компактирования и размерного диапазона порошка.

«Поверхностный эффект» в пористых спечённых листах

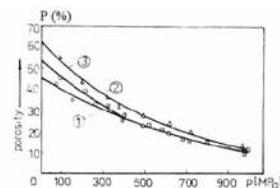
Для тонких спечённых листов имеются колебания структурных и функциональных параметров в зависимости от их толщины. Начиная с определённой толщины, в зависимости от размера частиц порошка, наблюдается однородность пористой структуры, обеспечивающая воспроизводимость параметров и функциональных характеристик [6, 7].

Представлены результаты исследования влияния толщины проницаемых спечённых слоёв, полученных из порошков нержавеющей стали с частицами различного размера, на некоторые характеристики: пористость, размер пор.



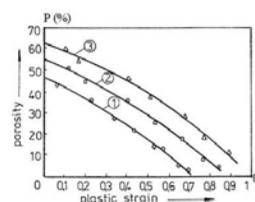
① $p = 13 \exp(2,8 \epsilon)$; $P_0 = 46\%$ ② $p = 1,6 \exp(4,7 \epsilon)$; $P_0 = 63\%$
 ③ $p = 5,3 \exp(3,6 \epsilon)$; $P_0 = 55\%$

Рис. 8. Кривые деформации сжатия



① $P = P_0 \exp(-0,015 p)$; $P_0 = 46\%$ ② $P = P_0 \exp(-0,017 p)$; $P_0 = 63\%$
 ③ $P = P_0 \exp(-0,018 p)$; $P_0 = 55\%$

Рис. 9. Зависимость пористости от давления



① $P = 1 - (1 - P_0) \exp(0,87 \epsilon)$; $P_0 = 46\%$ ② $P = 1 - (1 - P_0) \exp \epsilon$; $P_0 = 63\%$
 ③ $P = 1 - (1 - P_0) \exp(0,92 \epsilon)$; $P_0 = 55\%$

Рис. 10. Зависимость пористости от деформации

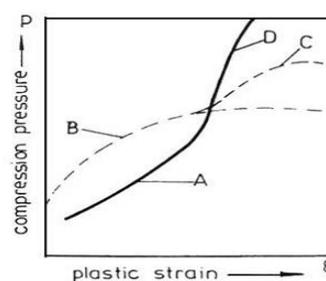


Рис. 11. Формы кривых деформации: А+D – пористый спечённый лист; В – уплотнённый материал; С – спечённый материал пониженной пористости

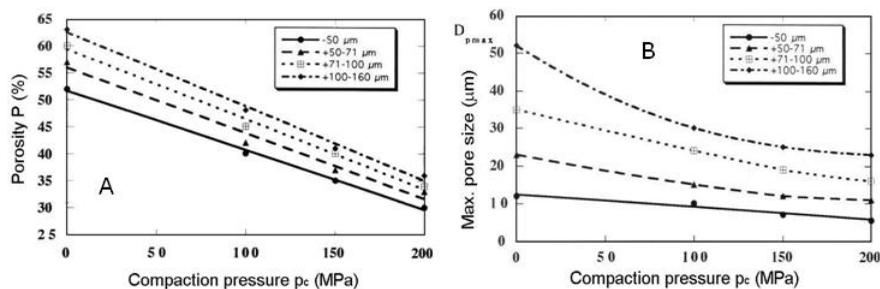


Рис.12. Влияние давления компактирования на пористость (а) и размер пор (б)

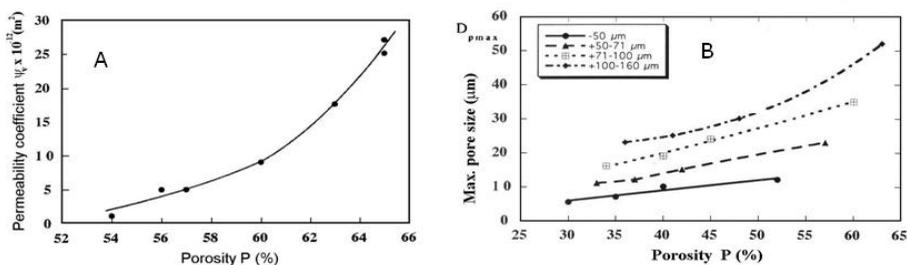


Рис.13. Зависимость коэффициента проницаемости (а) и максимального размера поры (б) от пористости

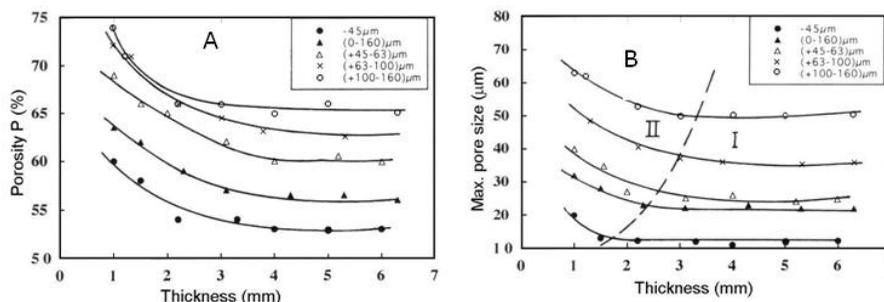


Рис.14. Влияние толщины листа на изменение пористости (а) и максимального размера пор (б)

Для каждого размерного диапазона порошка пористость и максимальный размер пор имели максимальные значения для листов минимальной толщины. С ростом толщины эти значения уменьшались и затем были постоянными (рис. 14).

Поскольку поверхностные слои листов имеют пониженную плотность и повышенную по сравнению с другой частью изделия пористость, «поверхностный эффект» проявляется более резко для тонких листов. Пониженная пористость поверхностных слоёв оказывает влияние на ее величину для изделия в целом, уменьшающееся или исчезающее с ростом толщины листа. Эффект особенно проявляется в случае листов из частиц порошков большего размера и с большой долей крупноразмерных фракций. Начиная с определённой толщины, поверхностный эффект теряет своё влияние. Критическая толщина (H) и максимальный равновесный размер пор $D_{p \max e}$ для каждого размерного диапазона приведены в таблице 1.

Повышенные значения максимального размера пор для толщины, меньше критической, также обусловлены «поверхностным эффектом», который проявляется вследствие неидеального расположе-

Размер	-45 [μm]	0+160 [μm]	+45-63 [μm]	+63-100 [μm]	+100-160 [μm]
g [mm]	1.5	2	2.5	2.8	3.0
$D_{p \max, e}$ [μm]	12.3	22	25	36	50

Таблица 1. Значения критической толщины и равновесного размера

ния частиц порошка, что снижает степень упорядочения структуры. При больших толщинах имеется большее число порошковых слоёв, стабилизирующих расположение частиц, поэтому пористая структура более равномерна.

Зона I (рис. 14), определяемая более высокими значениями критической толщины, соответствует упорядоченным равномерным пористым структурам, зона II – неравномерным с воспроизводимыми структурными параметрами и функциональными характеристиками.

Технологические возможности обработки спечённых листов

Изгиб

Один из процессов пластической деформации, с помощью которого из спечённых пористых листов производятся изделия в форме трубы, - вальцовка. Принцип ее – свёртывание листа вокруг центрального цилиндрического ролика с диаметром, равным готовой трубе, с использованием дополнительного ролика меньшего диаметра (рис. 15).

Наличие сил сжатия требует увеличения деформационной способности материалов, а именно, применения меньших значений минимального радиуса качения по сравнению с радиусом изгиба.

Другой метод, обеспечивающий высокую изгибающую способность спечённых пористых листов, - изгиб с использованием упругого цилиндра [8-10]. Его преимущество – защита пористой структуры благодаря снижению эффекта дробления при контакте под давлением листа с рабочими элементами изгибающего устройства.

Изгиб с использованием упругого цилиндра (рис. 16) – формирующий и моделирующий процесс ротационного типа, в котором один из цилиндров – жёсткий, а другой покрыт слоем упругого материала (полиуретана). Эти цилиндры – активные рабочие элементы с различными диаметрами. Вследствие сжимающего усилия со стороны жёсткого цилиндра на поверхности вдоль угла контакта ρ_c между пористым листом (3) и упругим слоем (2) возникает неравномерно распределённая нагрузка. Вращающее движение обеспечивает формирование и моделирование: лист покидает зону контакта с кривизной, определяемой усилием прижима и глубиной проникновения в упругий слой [8].

Листы получены спеканием слоёв из порошка аустенитной нержавеющей стали (316L), свободно рассыпанного и выровненного до указанных толщин. Диапазон размера частиц - 0-160 μm , пористость после спекания - примерно 45%.

На рис. 16 показана зависимость приведённого радиуса кривизны от усилия сжатия (а) и глубины проникновения (б). Можно отметить убывание кривой приведённого радиуса изгиба. Это обусловлено увеличением угла контакта между роликом 1 и пористым листом с ростом усилия сжатия, что позволяет усилить эффект формирования и моделирования. Приведённые данные представляют среднеарифметические значения, полученные в ходе экспериментов.

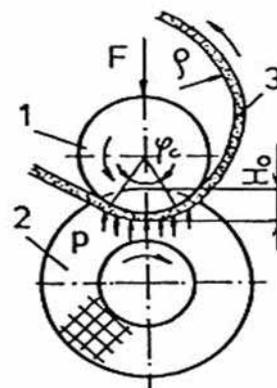


Рис.15. Схема вальцовки спечённого пористого листа с использованием упругого цилиндра

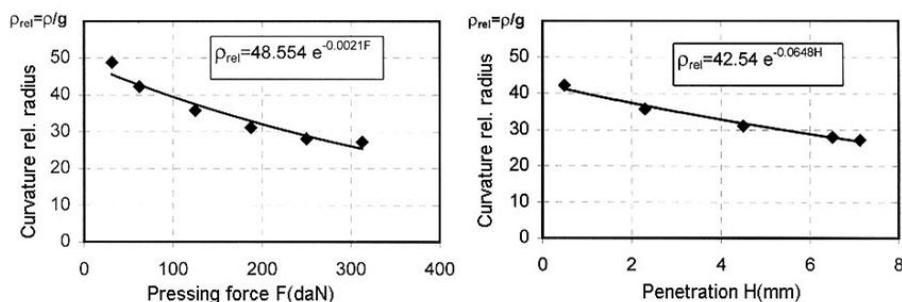


Рис.16. Зависимость приведённого радиуса кривизны от усилия сжатия (а) и глубины проникновения (б)

Зависимости приведённого радиуса кривизны от усилия сжатия и глубины проникновения, лучше всего описывающие экспериментальные результаты, имеют экспоненциальный вид: $P_{rel} = A_1 \cdot \exp(-B_1 F)$ (7), $P_{rel} = A_2 \cdot \exp(-B_2 H)$ (8), где A_1, B_1 – определяемые расчётным путём параметры.

Гиперболическая зависимость для компактированных листов не полностью подходит для случая со спечёнными пористыми листами. В результате испытаний на раздавливание (с помощью пуансона) спечённых пористых листов с и без упругого слоя (полиуретана) можно выявить различные конструктивные аспекты. Для прямого раздавливания (без промежуточного упругого слоя) отмечается интенсивное уплотнение и закупоривание пор, при использовании промежуточного упругого слоя между пуансоном и материалом при относительно малых усилиях сжатия эффект снижается или полностью отсутствует.

Электроэрозионная резка с использованием проволочного электрода

Специфическая пористая структура спечённого листа оказывает влияние на электроэрозионную резку с использованием проволочного электрода [11]. Свойства спечённого пористого материала и условия протекания электроэрозии приводят в зоне термического влияния (ЗТВ) к локальному расплавлению и образованию потоков, снижению пористости и размера пор. Производительность электроэрозионной резки пористого спечённого материала (скорости выполнения операции) увеличивается с ростом пористости и интенсивности обработки. По сравнению с другими способами резки (ножницами, газопламенная и плазменная) электроэрозионная резка приводит к значительно меньшему образованию дефектов в ЗТВ. Метод рекомендуется для обработки пористых спечённых листов, чтобы получить детали сложной формы и высокой точности геометрических размеров с высококачественной поверхностью реза без критических дефектов (рис. 17).

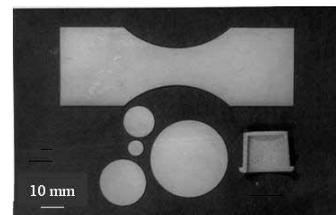


Рис. 17. Образцы, вырезанные электроэрозионным методом с проволочным электродом

Эксперименты проведены с использованием спечённых пористых листов, полученных свободным рассыпанием порошка аустенитной нержавеющей стали 316L толщиной 1,75–2,00 мм и пористостью в диапазоне 15–40%. Условия спекания: температура 1300°C, время 120 мин. Для электроэрозионной резки применялся станок AGIECUT 250 с ЧПУ в условиях обработки: диэлектрик – деионизированная вода, медный проволочный электрод диаметром 0,2 мм, скорость подачи проволоки 20 мм/сек, напряжение разряда 150 В. Предварительно было определено оптимальное значение ёмкости конденсатора разрядной схемы (150 нФ), соответствующее окончательному режиму резки [12]. При повышенных значениях на поверхности реза наблюдалось практически полное закрытие пор, что приводило к исчезновению в ЗТВ пористой структуры.

Анализ ЗТВ после резки позволил выявить факторы, влияющие на пористую структуру. Термический эффект локализован в области реза - вокруг воронок разряда; их влияние на структуру и глубину поверхностного слоя коррелирует с энергией разряда.

Анализ СЭМ изображений слоя термического влияния в сравнении с исходной пористой структурой позволяет выявить области пониженной плотности и поры со значительно меньшими размерами (рис.18). Высокая температура электрического разряда и низкая теплопроводность пористого материала привели к дополнительному спеканию с увеличением шеек между частицами, снижению размера пор и уровня пористости. На поверхности реза и в ЗТВ можно наблюдать частично сплавленные и повторно закристаллизовавшиеся частицы (рис. 19). На участках действия электрического разряда резка привела к образованию микроканалов высокотемпературной ионизации, сопоставимых по размеру с шейками между частицами.

Для локального расплавления могут протекать и другие процессы, оказывающие влияние на микро- и макроструктуру материала. Возможно, часть расплавленного материала испарится, а затем сконденсируется и осядет. Другая часть расплава начнёт течь и под действием капиллярных сил проникать в поры поверхности реза или близлежащие поры. Эти эффекты приводят к уменьшению пористости и размера пор в ЗТВ.

Электроэрозионная резка сопровождается окислением поверхности материала. Атомарный кислород, образующийся в результате разложения ионизированной воды, окисляет входящие в сплав элементы (Fe, Si, Cr). Оксиды образуются на поверхности реза в виде малых по размеру сфер. ЗТВ при электроэрозионной резке спечённых пористых листов, имеет сравнительно небольшие размеры, а протяжённость имеющих дефекты с критическими значениями (пониженная пористость, закрытие пор, поверхностное окисление) также невелико. Последствия от подобных дефектов существенно слабее по сравнению с дефектами, возникающими в результате механической резки ножницами и пластической деформации. В ряде случаев снижение пористости можно рассматривать как положительный аспект, поскольку зона реза представляет собой поверхность соединения пористой части листа и других монтируемых в узел элементов.

На рис. 20 показана зависимость скорости реза от пористости при различных силах тока. Скорость резания определяется отношением площади реза к единице времени. Небольшое увеличение скорости реза (по числу резов материала постоянной длины) отмечается с ростом пористости. Это объясняется уменьшением фактической площади реза металлической матрицы, а именно, неявно выраженным увеличением скорости перемещения инструмента при одинаковой разрядной мощности. Для каждого значения пористости можно

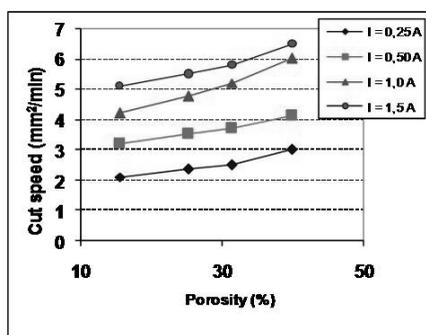


Рис. 20. Влияние пористости на производительность при электроэрозионной резке

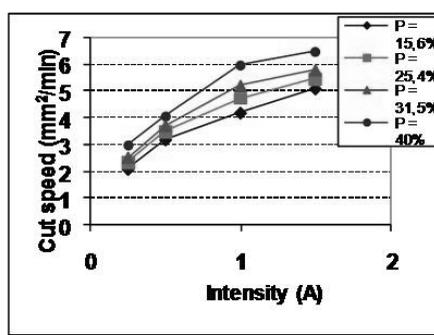


Рис. 21. Влияние пористости силы тока на производительность при электроэрозионной резке

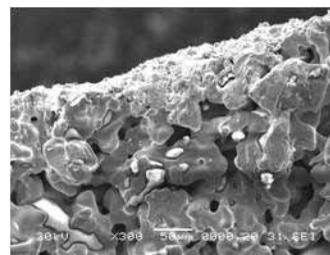


Рис. 18. Зона термического влияния при электроэрозионной резке спечённого пористого листа с использованием проволочного электрода (СЕМ – 300X)

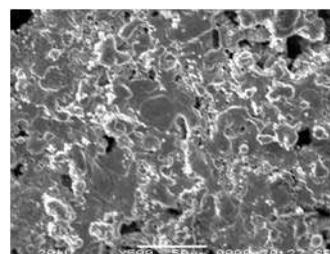


Рис. 19. Вид поверхности, полученной в результате электроэрозионной резки с использованием проволочного электрода (СЕМ – 500X)

рассчитать зависимость скорости реза от силы тока (рис. 21). Увеличение ее приводит к уменьшению времени реза, т.е. росту скорости, а также повышенной энергии разряда и интенсификации эрозионного процесса.

Оба графика свидетельствуют о более низком влиянии

янии пористости на скорость реза. Наклон кривой сравнительно небольшой. Повторное спекание и проникновение эродированного материала в поры уменьшает влияние исходной пористости.

Заключение

Получены экспоненциальные зависимости механических характеристик от пористости листа после спекания порошков из нержавеющей стали (1), (4)-(6).

При анализе механических характеристик, как функции пористости, необходимо учитывать размер частиц порошка. Разрушение спечённого пористого нержавеющей материала на уровне шеек имеет пластичный характер. Деформация сжатия спечённого высокопористого листа отличаются от таких параметров компактированного и спечённого материала пониженной пористости.

Гибка вальцовкой пористого спечённого листа требует для предотвращения образования трещин во внешнем слое минимального радиуса изгиба. Минимальный радиус качания (деформируемости) зависит от толщины и пористости структуры и является показателем способности материала к деформации.

Исследование является основанием для подачи патентной заявки на производство пористых труб вальцовкой пористых спечённых листов с использованием упругих цилиндров. Для каждого диапазона частиц имеются колебания пористости при пониженных толщинах образцов вследствие «поверхностного эффекта».

Определена критическая толщина пористого проницаемого слоя, в которой максимальный размер пор постоянен, коэффициент однородности равен единице, пористая структура становится упорядоченной, равномерной и воспроизводимой. Пористая структура спечённых листов оказывает влияние на электроэрозионную резку. Свойства спечённого пористого материала (особенно, в случае пониженной теплопроводности) и условия электроэрозионной обработки (высокая температура) вызывают повторное спекание в зоне термического влияния с уменьшением пористости и числа пор, а также их закупоркой эродированным материалом. Производительность электроэрозионной резки спечённого пористого материала, выраженная в скорости резки, возрастает с увеличением пористости и величины тока.

Некоторые дефекты в зоне термического влияния (более плотная пористая структура, окисление химических компонентов) приводят к существенно менее вредным эффектам по сравнению с другими способами резки металлических листов. В большинстве случаев они оказывают положительное влияние на способность сборки спечённых пористых деталей. Рекомендуется электроэрозионная резка спечённых пористых листов с проволочным электродом для получения деталей сложной формы, достижения высокой точности размеров, высококачественной поверхности реза, снижения числа критических дефектов. Результаты настоящего исследования необходимы для определения некоторых функциональных параметров и разработки производства проницаемых пористых изделий.

Литература

- [1] W.Schatt, K.P.Wieters - Powder Metallurgy. Processing and Materials, EPMA, (1997).
- [2] Albano-Müller, Powder Metallurgy International, 14, p. 73-79, (1982).
- [3] G.A.Wilson - Porous Metal Filters. Selected Case Studies in PM, London, p. 76-91, (1991).
- [4] A.Palfalvi, I.Vida-Simiti, I.Chicinaş, L.Szabo, I.Magyarosi, Powder Metallurgy International, 4, p. 16-19, (1988).
- [5] I.Vida-Simiti, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 8, p.1479-1483, (2006).
- [6] Keishi, Gotoh, Powder Technology, 20, p. 257-260, (1978).
- [7] R.P.Todorov, Poroskovaja Metallurgija, 3, p. 31-33, (1986).
- [8] I.M.Zakirov - Gibka na valkah s elastycnym pokrytyem, Masinostroenie, Moskva, (1985).
- [9] I.Vida-Simiti, V.Seiculescu, Proceedings, Deformation and Fracture in Structural PM Materials, 1996, (1), p. 318-323.
- [10] I.Vida-Simiti, C.Ciupan, Process for Making Porous Tubes by the Rolling with Elastic Layer of Sintered Sheet Metal, Patent Number(s): RO123245-B1/2011; RO123245-B8
- [11] Z.Sparchez, I.Vida-Simiti, Proceedings, World Congress PM 2004, Viena. p. 383-389.
- [12] I.Vida-Simiti, Z.Sparchez, Proceedings, World Congress on Powder Metallurgy, PM 2004, Viena, 2004, p.359- 365.

Статические свойства слоев структуры РОВИНГОВ И МАТ-КОМПОЗИТОВ

І. Курту, М. Станчу, А. Станчу

Университет Трансильвания, Брашов, Румыния, B-29 DUL EROILOR

Композитные материалы ценятся за превосходные свойства, однако, их применение в агрессивных условиях приводит к повреждению и разрыву волокон, образованию трещин в матрице, повреждению связей между волокном и матрицей. В статье с использованием численных методов (метод конечных элементов - FEM) и результатов экспериментов исследуются деформации и напряжения ровинговых и матовых композитных слоев. При изготовлении образцов между слоями устанавливались резистивные датчики деформации (TER). Образцы испытывались на изгиб - измерялись удельные деформации и определялись напряжения для каждого слоя. Теоретические и экспериментальные исследования позволили раскрыть статические свойства ровинговых и матовых композитных микроструктур.

Введение

Одной из областей, где композиционные материалы могут быть использованы, является производство панелей со звукоизоляционными характеристиками, например, для акустических барьеров (Станчу, 2010). Учитывая разнообразие статических и динамических агрессивных факторов окружающей среды, воздействию которых подвергаются панельные конструкции, необходимо знать нагрузки и деформации, особенно их величины для каждого слоя композитной структуры (Serbu, 2010, Motoc 2010).

Статья представляет результаты теоретического и экспериментального изучения деформаций при статическом изгибе в четырех точках приложения нагрузки в слоях матовых и ровинговых композитов. Материалы, составляющие композит, могут быть изотропными, однако в связи с их расположением, изделие может быть в целом анизотропным. Используемые композиты могут быть однородными или неоднородными. Поле внутренних напряжений и деформаций на микроскопическом уровне локально зависит от свойств конструктивных элементов (матрицы и армирующих компонентов), их размеров, формы, взаимной ориентации и геометрии (Curtu, 2009).

Материалы и методы исследования

Исследования композитов выполнялись на матовых и ровинговых материалах. Матовый тип - наиболее часто используемая форма армирующего материала, состоящая из слоя ориентированных случайным образом волокон с длиной от 3,2 до 50 мм. Волокна связаны между собой эпоксидной смолой. Ровинговый тип состоит из набора параллельных волокон или нитей, упакованных без их скручивания (рис. 1). Он используется для усиления структур, где желательна высокая прочность в направлении волокон.

- RT 800 в основе – стекловолоконный композитный материал в матрице из эпоксидной смолы с удельной плотностью 4-х слоев 800 г/м^2 , толщиной 3,2-3,6 мм.
- RT 800 уток - стекловолоконный композитный материал (ткань) в матрице из эпоксидной смолы, с удельной плотностью 4-х слоев 800 г/м^2 , толщиной 3,2-3,6 мм.
- MAT 450 - композитный материал из стекловолокна (короткие волокна) в матрице из эпоксидной смолы, с удельной плотностью

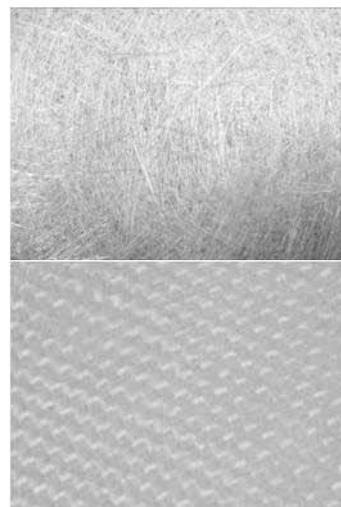


Рис. 1. Структура изученных композитов: стекловолокно – короткие волокна (MAT), жгутковая ткань

4-х слоев 450 г/м², толщиной 1,6-2 мм.

Исследование основывалось на теоретическом (метод конечных элементов (FEM) и программа MSC Nastran) и экспериментальном (с помощью прибора Spider 8, позволяющего определять удельные деформации слоев материала с помощью резистивных электрических датчиков (TER) метода. Образцы испытывались на изгиб в четырех точках. Нагрузка составляла 600 N для образцов из четырех слоев, а матровинговый материал из восьми слоев был испытан под нагрузкой в 1000 N. Для определения деформаций тензометрическим методом между слоями в образцах помещались TER (рис. 2).

Для измерения сигнала применялась полумостовая схема подключения. (Образцы подвергались воздействию на изгиб в четырех точках). Сигнал получался от электротензометрических резистивных датчиков с помощью электронной измерительной системы Spider 8 и устройства HBM Kompensator MK Hottinger Baldwin Messtechnik. На рис. 3 представлена схема тестирования и получения измерений.

Результаты и обсуждение

Испытания позволили определить удельные деформации в слоях образцов. В таблице 2 приведены экспериментальные средние значения максимальных удельных деформаций.

Экспериментальные данные в виде графиков изменения деформации каждого слоя в зависимости от времени представлены на рис. 4. На основе анализа поведения слоя структуры образца установлено, что деформации примерно симметричны относительно нейтральной оси слоев, подвергавшихся растяжению и сжатию.

Сравнение деформаций внешних слоев (рис. 2) наиболее востребованных образцов с различной композитной структурой (рис. 5) показало, что наибольшие деформации наблюдаются в случае мате-

Тип материал	Код	Ширина [мм]	Толщина [мм]	Площадь [мм ²]
Образцы RT800, в основе 4 слоя	E U1	9,8	4,3	42,14
	E U2	9	4,3	38,7
	E U3	9	4,4	39,6
	E U4	10	4,4	44
	E U5	9,3	4,3	39,99
Образцы RT800, 4 слоя	E B1	9,8	4,5	44,1
	E B2	9	4,4	40,92
	E B3	9	4,5	45
	E B4	10	4,3	42,57
	E B5	9,3	4,3	43
Образцы MAT450-RT800 в основе - MAT600 8 слоев	E 1	10	7	70
	E 2	9,5	7,2	68,4
	E 3	9,3	7,6	70,68
	E 4	9	7,1	63,9
	E 5	9,5	7,2	68,4
Образцы MAT450 - 4 слоя	E M1	9	4	43,1
	E M2	9,4	4,1	44,92
	E M3	9	3,9	41
	E M4	9,2	4,1	42,57
	E M5	9,6	4,2	43

Таблица 1: Характеристики образцов

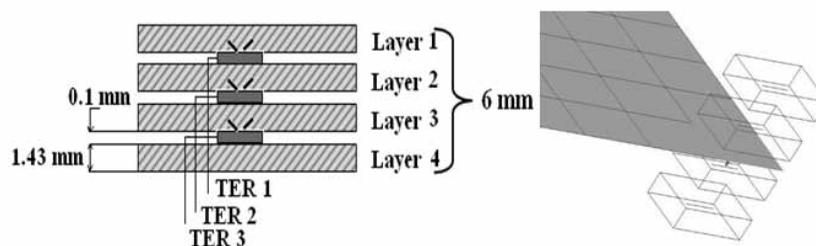


Рис.2. Образец с TER между слоями

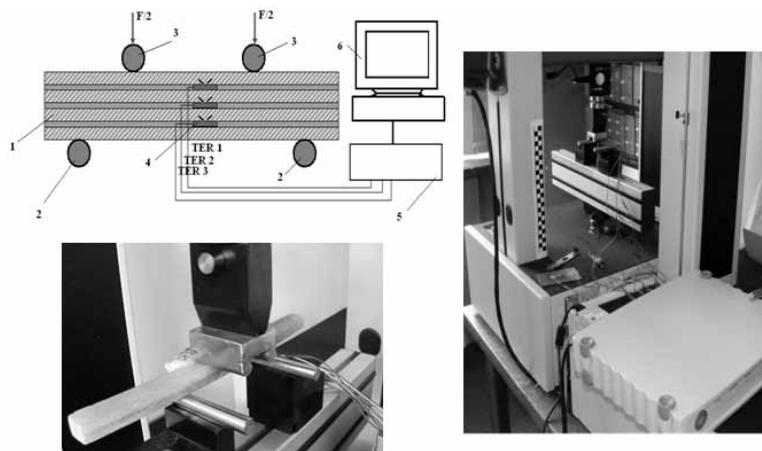


Рис. 3. Контрольно-измерительное оборудование: 1 - образцы, 2 - опоры, 3 - точки приложения силы, 4 - электротензометрические резистивные датчики, 5 - устройство преобразования сигнала, 6 - блок обработки данных

	Удельная деформация ϵ				
	RT 800 U	RT 800 B	Mat 450	Mat-Rov U 8 слоев	Mat-Rov B 8 слоев
TER 1	0.02565	0.01744	0.03355	0.01719	0.01953
TER 2	0.00235	0.00255	-0.00058	0.00902	0.01220
TER 3	-0.02336	-0.01616	-0.03318	0.00394	0.00615
TER 4				-0.00117	-0.00186
TER 5				-0.00470	-0.01107
TER 6				-0.00922	-0.01372
TER 7				-0.01512	-0.01816

Таблица 2. Значения деформаций, полученные экспериментально

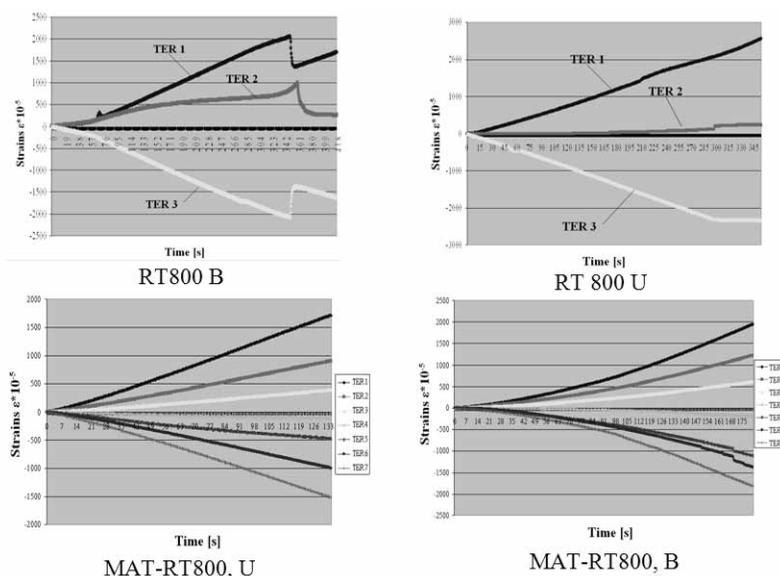


Рис. 4. Изменение деформаций для каждого испытываемого материала

риала MAT 450 с четырьмя слоями, а наименьшие - в случае восьми слоев композита, полученных объединением MAT 450a с ROV 800.

На заключительном этапе эксперимента при превышении допустимой нагрузки разрушение композита проявлялось значительное расслоение, разрушение больших площадей матрицы, появление торчащих волокон в отдельных местах образца.

Эти явления могут возникнуть одновременно или последовательно (рис. 6). Поскольку исследования на микроструктурном уровне требуют расхода материалов и высокой квалификации при подготовке образцов, для определения напряжений и деформаций использовался метод конечных элементов. Исходными данными для моделирования являлись форма слоев материала и тензодатчика. Каждый слой характеризовался свойствами используемых материалов. Установлены форма и тип нагрузки (рис. 7).

Свойства материалов (эластичность, коэффициент Пуассона, плотность) определялись экспериментально в соответствии с европейскими стандартами.

Полученные результаты сопоставлялись с данными эксперимента. Экспериментально определенные удельные деформации имеют более высокие значения, чем

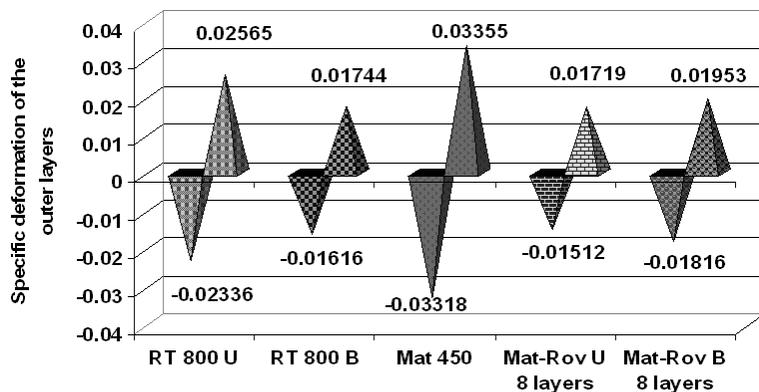


Рис. 5. Деформации во внешних слоях

рассчитанные по FEM (рис. 8). Для соответствия данных эксперимента и результатов, полученных при использовании метода конечных элементов, применялись коэффициенты 1,21...1,45. Минимальные их значения соответствовали композитам с 6, 8, 10 слоями, максимальные - композитам с 3-5 слоями.



Рис. 6. Разрушение образцов: снимки с 2D-камеры и микроскопа

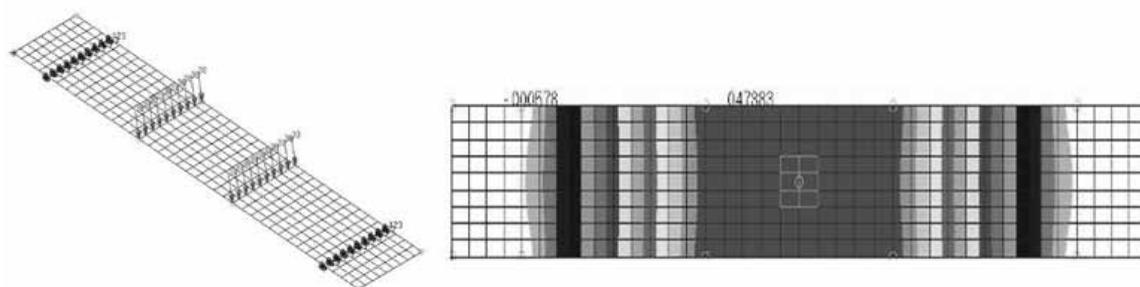


Рис. 7. Моделирование композитных образцов методом конечных элементов

Выводы

Исследование, представленное в статье, способствует получению знаний о свойствах композитов MAT 450, 800 Ровинг и их комбинации, а также характеристик макроскопического поведения этих материалов, в частности, механических взаимодействий, развивающихся между слоями. Анализ данных, полученных при использовании тензометрических датчиков, вносит дополнительный вклад в результаты экспериментов, а применение метода конечных элементов способствует проверке экспериментальных результатов. Численные расчеты по методу FEM показывают, что при применении коэффициента

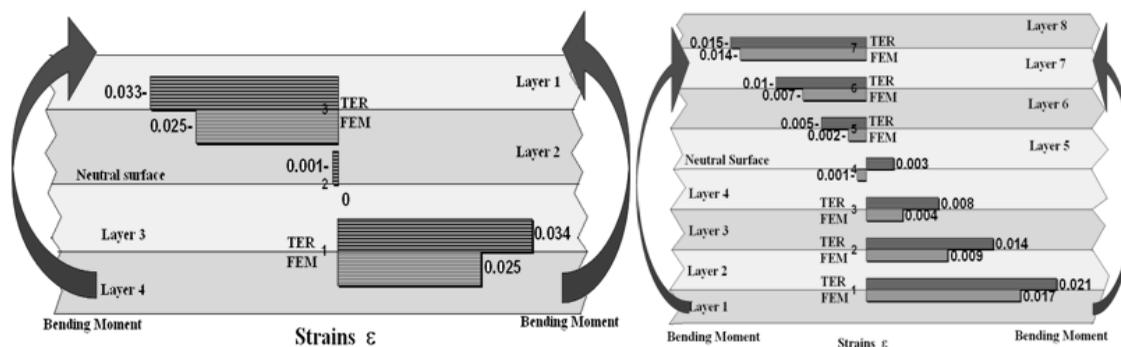


Рис. 8. Диаграммы удельных деформаций, полученные FEM моделированием и экспериментально (ТЭР)

1,21...1,45 они совпадают с данными экспериментов, уникальность которых состояла в измерении удельных деформаций непосредственно между слоями композита.

Статья поддержана Секторальной операционной программой развития людских ресурсов (SOP HRD), финансируемой Европейским социальным фондом и Правительством Румынии по договору № POSDRU POSTDOC-DD, ID59323.

Некоторые, представленные в статье результаты, были предметом диссертации: «Вклад в определение прочностных свойств МАТ–Ровинговых композиционных материалов, используемых в цилиндрических контейнерах» инженера А.Станчу.

Литература

- [1] Cerbu C., Curtu I., Ciofoaia V., Rosca I.C., Hanganu, L.C., Effects of the Wood Species on the Mechanical Characteristics in Case of Some E-Glass Fibres/Wood Flour/Polyester Composite Materials, in Rev. Materiale Plastice, MPLAAM 47 (1) 2010, Vol. 47, nr. 1 –martie 2010, Bucuresti Romania, ISSN 0025/5289, pp.109-114,
- [2] Curtu I., Motoc L.D., 2009, Micromecanica materialelor compozite, Ed. Universității Transilvania, Braşov.
- [3] Motoc L.D., Curtu I., A Micromechanical Based Approach for Dynamical Properties Evaluation in Case of Polymeric Composite Materials, In Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering, 22-24 aprilie 2010, Tallin Estonia, ISBN 978-9985-59-982-2, p. 423-428,
- [4] Stanciu M., Timar J., Curtu I., Rosca I.C., Evaluation of acoustics properties of composite materials with potential application in the sound barriers structures, in Proceedings Vol IV – Advanced Transport Systems and Road Traffic of the 11th International Congress on Automotive and Transport Engineering CONAT2010, ISSN 2069-0401, pp. 91 – 96.
- [5] Curtu I., Stanciu A., Stanciu M.D., Savin A., Grimberg R., Research regarding the static behavior of layers from structure of ROVING and MAT composite, in Buletinul Institutului Politehnic Iasi, proceedings of conference The 8th International Congress in Materials Science and Engineering ISSIM 2011 26–29 May 2011 IAȘI–ROMANIA, ISSN 1453-1690, p. 57-62,

УКРАИНА



Приоритетные направления исследований в Украине (по результатам маркетинговых исследований)



**Т. Кваша, зав.
отд. ОИАОИД,
УкрИНТЭИ**



**Е. Кочеткова, зав.
ОП НТР ОИАОИД,
УкрИНТЭИ**



**Г. Задорожная,
вед.н.с. ОП НТР,
УкрИНТЭИ**



**Е. Паладченко,
с.н.с. ОП НТР,
УкрИНТЭИ**

Выбор приоритетных направлений исследований и разработок играет важную роль в государственной научно-технологической политике. Такие направления реализуются в виде крупных межотраслевых проектов по созданию, освоению и распространению технологий, способствующих кардинальным изменениям в технологическом базисе экономики, по развитию фундаментальных исследований, научно-технического обеспечения социальных программ, международного сотрудничества.

Определение научно-технических и инновационных приоритетов важно и для наиболее развитых стран мира (США, Япония, Германия, Великобритания, Китай, Россия), и для государств, которые из-за ограниченных ресурсов вышли на передовые позиции лишь по отдельным направлениям технологического прогресса.

Основным инструментом выявления приоритетных направлений и перечня критических технологий во многих странах является Форсайт - прогноз видения будущего науки, экономики и общества с целью идентификации зон стратегических исследований и технологий, которые могут принести наибольшие выгоды стране [1].

В мире на протяжении последнего десятилетия используются три основные методологии Форсайта [2]: Дельфи, критических технологий и панелей (целевых групп экспертов).

Выбор приоритетных направлений исследований и разработок в разных странах решается по-разному. В США выбор приоритетов в науке и технологиях включает: обеспечение лидерства на всех направлениях знаний; укрепление единства между фундаментальной наукой и национальными приоритетами; развитие партнерства государства, промышленности и академических кругов по расширению капиталовложений в фундаментальные и инженерно-технические науки и эффективному использованию материальных, людских и финансовых ресурсов, повышение уровня технических знаний граждан.

В РФ выбор ориентиров научно-технологического развития проводится на регулярной основе формированием перечня приоритетов и критических технологий. Приоритетные направления развития науки и критические технологии анализируются и корректируются с учетом глобальных тенденций и среднесрочных приоритетов социально-экономического развития страны.

В Украине Форсайт - исследования проводятся с 2008 г. Их цель - определение приоритетных тематических направлений исследований и разработок, стратегических приоритетов инновационной деятельности, выявление критических технологий по вышеуказанным направлениям.

Исследования реализуются в рамках Госпрограммы прогнозирования научно-технологического развития на 2008–2012 гг., утвержденной Кабинетом Министров Украины 11 сентября 2007 г. № 1118 [3]. Приказом Министерства образования и науки Украины базовой организацией, обеспечивающей выпол-

нение данной программы определен Украинский институт научно-технической и экономической информации (УкрИНТЭИ).

На протяжении 2008-2010 гг. разработана и уточнена методика стратегических маркетинговых исследований научно-технологического развития, отработана технология определения и уточнения критических технологий по приоритетным направлениям научно-технического развития. Основа исследований - опросы целевых групп экспертов.

В 2008-2009 гг. стратегические маркетинговые исследования проводились по направлениям: "энергоэффективность и энергосбережение", "новые вещества и материалы", "новые технологии профилактики и лечения самых распространенных заболеваний".

В 2011 году аналогичное исследование проведено по направлению "информационно-коммуникационные технологии".

Анализ проводится по схеме:

- глобальные тенденции мировой науки и технологий;
- состояние и перспектив развития научно-технического потенциала Украины на основе анализа публикаций статей, монографий, защищенных диссертаций, отчетов по выполненным НИР;
- нормативно-правовая и законодательная базы Украины по научно-технологической политике в выбранных сферах;
- стратегические маркетинговые исследования по выявлению перспективных новейших технологий;
- перечень предприятий, на которых возможно внедрение критических технологий и производство инновационного продукта;
- информирование правительства и общественности об отобранных критических технологиях и перспективах их внедрения.

Каждый из этапов может, в свою очередь, предусматривать определенные стадии и соответствующие процедуры.

Проведение стратегических маркетинговых исследований для выявления перспективных тематических направлений и перечня новейших технологий на основе экспертных оценок включает:

1. Формирование БД экспертов или экспертных панелей по трем направлениям: ученые – сотрудники НИИ, наиболее активно работающие в соответствующих приоритетных направлениях; управленческий персонал - представители центральных органов исполнительной власти, промышленных ассоциаций, бизнес - сообщества; предприниматели - представители предприятий, где предполагается внедрение критических технологий.

2. Проведение опросов отобранных экспертов. Каждой группе адресуется анкета, содержащая определенные вопросы с учетом ее компетенции и позволяющая структурировать содержание паспорта технологии, выделив в нем смысловые блоки. Вопросы разных анкет коррелируют между собой. В случае несоответствия мнений респондентов проводятся дополнительные опросы через Интернет. Это позволяет экономить средства на рассылку и обработку анкет, оперативно получать информацию; автоматически анализировать ответы, получая обобщающий фактологический материал.

3. На основе ответов экспертов формируются первоначальные списки новейших технологий и их паспорта. Параллельно экспертами проводится проверка последних.

4. Оценка технологий маркетологами по разработанной системе критериев и отбор наиболее перспективных. Критерии отбора:

- совокупный срок выполнения исследования и внедрения новейшей технологии;
- совокупный объем финансирования исследований и внедрения технологии;
- количество видов наукоемкой продукции, которые предполагается выпускать на основании данной технологии;
- годовые объемы продаж новой продукции;
- ее функциональные и ценовые характеристики.

Принципиальное значение имеет изначальная ориентация на спрос со стороны общества, учет вариантов использования перечня критических технологий и достаточная степень детализации этих технологий относительно необходимых финансовых и трудовых ресурсов для проведения исследований и

их внедрения. Исходя из анализа глобальных тенденций науки и технологий, приоритет отдается тем из них, уровень которых выше или соответствует мировому.

5. Проведение второго этапа опросов экспертов - специалистов из реальных секторов экономики относительно целесообразности и наличия ресурсов в Украине для внедрения отобранных технологий.

6. Формирование перечней критических технологий и тематических направлений с учетом результатов второго опроса.

7. Экспертиза отобранных технологий членами экспертных советов по каждой сфере отдельно.

8. Формирование окончательных перечней направлений и критических технологий с учетом экспертизы членами экспертных советов; утверждение этих перечней.

9. Создание и актуализация на сайте УкрИНТЭИ страницы «Форсайт - стратегические маркетинговые исследования научно-технологического развития в Украине»

10. Подготовка обобщенных материалов и предложений для Кабинета Министров Украины по перечням приоритетных научных исследований и критических технологий.

Критическими в сфере “Энергетика и энергоэффективность” признаны 15 технологий по направлениям: эффективное энергообеспечение строений и сооружений, электроэнергетика, новые виды топлива и энергоресурсов, энергетическое машиностроение и теплонасосные технологии.

“Новые вещества и материалы” – 22 технологии по направлениям: получение и применение композиционных, конструкционных, функциональных и нано- материалов; “Новые технологии профилактики и лечения самых распространенных заболеваний” – 16 технологий по направлениям: производство новых ферментных препаратов, создание диагностических препаратов и методов на основе молекулярной биологии, лекарственные средства (в т. ч. биологически активные вещества и наночастицы), сорта сельскохозяйственных культур с использованием генной инженерии [1].

Информационно-коммуникационные технологии – 16 технологий.

В результате стратегических маркетинговых исследований созданы:

- база паспортов новейших технологий;
- база данных “Эксперты Украины”;

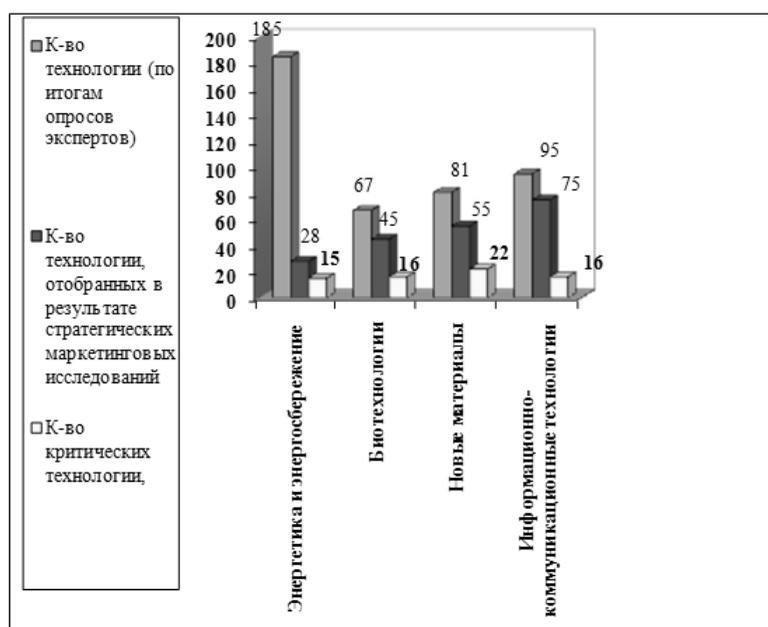


Рис.1. Результаты маркетинговых исследований по выявлению перспективных технологий по приоритетным сферам научно-технического развития в Украине

- перечень научно-исследовательских университетов и вузов, проводящих исследования в вышеопределенных сферах;
- перечень промышленных предприятий, на которых возможно внедрение критических технологий;
- веб-страничка “Форсайт – стратегические маркетинговые исследования научно-технологического развития Украины” на сайте УкрИНТЭИ (<http://www.uintai.kiev.ua/foresight/index.php>).
- Паспорта критических технологий содержат важные маркетинговые признаки:
- срок выполнения и внедрения результата исследования;
- общий объем финансирования и затраты на внедрение научных исследований;
- годовые объемы продаж новой наукоемкой продукции/услуги (в стоимостном выражении);
- функциональные и ценовые характеристики новой продукции.

Эти исследования легли в основу Закона Украины от 8 сентября 2011 № 3715 «О приоритетных направлениях инновационной деятельности в Украине», в котором определены стратегические приоритетные направления инновационной деятельности на 2011-2021 гг., а также постановления Кабинета Министров Украины от 07.09.2011 № 942 “Об утверждении перечня приоритетных тематических направлений научных исследований и научно-технических разработок на период до 2015 года”.

Украина имеет мощный научный потенциал, позволяющий выполнять фундаментальные и прикладные исследования, и многоотраслевой промышленный комплекс, на 30% ориентированный на высокотехнологичное производство (машино- и приборостроение, энергетика, авиационные и космические технологии, материаловедение и др.). Наука сохранила способность выполнять исследования и получать результаты мирового уровня по следующим направлениям: наноструктуры и нанотехнологии; иммунобиотехнология, биосенсорика и молекулярная диагностика; биотехнологии растений и биофизика; информатика; микро- и оптоэлектроника; аэрокосмические технологии, ряд других направлений физики, химии, биологии.

Значительные успехи достигнуты в создании новых веществ и материалов, нанокompозитов, полупроводниковых сцинтилляторов, нанотехнологии порошковых металлов. Другое важное направление - клеточная биотехнология. В Украине разработаны лекарственные препараты и биологически активные вещества, решен ряд актуальных проблем космической и гравитационной биологии, получены новые высококачественные сорта зерновых, кормовых, овощных и цветочных культур [4,5].

Ниже представлен ряд технологий, выявленных в результате стратегических маркетинговых исследований по направлению “Новые вещества и материалы”, вошедших в перечень критических:

Машиностроение

УКР-01

Повышение эксплуатационных характеристик изделий из конструкционных материалов при создании холодным пластическим деформированием градиентных мелкодисперсных и нано структур

Назначение

Повышение ресурса и надежности изделий из конструкционных материалов.

Область применения

Машиностроение, авиационная промышленность.

Описание

Формирование градиентного строения поверхности сплавов металлов открывает доступ к структурам и функциональным характеристикам, недоступным для материалов с обычным равновесным строением. Основной путь градиентного нано структурирования поверхностей - введение энергии посредством интенсивной пластической деформации.

Физические механизмы массопереноса, генерирования и подвижности дефектов, измельчения зерен и образование новых межзеренных границ в таких условиях практически не изучены. Отсутствует информация о релаксационных процессах в структурах, сформированных в условиях экстремального пластического деформирования. Не исследована термическая устойчивость градиентных структур в конструкционных сплавах и эволюция внутренних напряжений в них во времени. Вместе с тем, контролируемые процессы образования градиентных нано структурированных слоев позволят получить предельные укрепления структурного состояния.

Новизна

Новизна технологии - наличие компоненты смещения при деформировании внешних и внутренних поверхностей деталей из конструкционных материалов. Благодаря этому происходит:

- градиентное поверхностное упрочнение, как альтернатива химико-термической обработке для повышения физико-механических и эксплуатационных свойств шлицев различного профиля;
- замена операций режущего протягивания холодным пластическим деформированием, перспективным для формообразования поверхности и градиентного поверхностного упрочнения;
- повышение срока эксплуатации шлицевых соединений для железнодорожного, авиационного транспорта и сельскохозяйственной техники.

Преимущества

- Стоимость карданных валов снизится примерно в 1,5 раза по сравнению со стоимостью таких изделий (примерно 6000 USD) предприятия Ганц МАВАГ-Будапешт (Венгрия);
- повысится срок эксплуатации (прогнозируемо в 1,2 раза) по сравнению с ресурсом импортных валов, составляющим 10 лет;
- освоение опытно-промышленной технологии позволит сохранить рабочие места на предприятиях, выпускающих или ремонтирующих подвижной состав железнодорожного и автомобильного транспорта, улучшит техническое состояние транспорта и его безопасность.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения создания технологии – 2013.

Энергетика

УКР-02

Керамические топливные элементы для генераторов электроэнергии различной мощности из биотоплива и бытовых отходов, шахтного метана, природного газа и водорода, газогидратов и сероводорода Черного моря

Назначение

Производство электрической и тепловой энергии.

Область применения

Энергетика, машиностроение, сельское хозяйство, горно-металлургическая отрасль.

Описание

Керамические топливные ячейки (ТЯ) - первая по эффективности и экологической безопасности технология производства электричества из водорода, различных углеводородов и сероводородов, кислорода воздуха. ТЯ производят втрое больше электроэнергии, чем это удастся обеспечить лучшим тепловым станциям или двигателям внутреннего сгорания. Исходные газы в них - вода и двуокис углерода. ТЯ очень гибки по мощности. Если энергия не потребляется, ТЯ также практически не потребляют топлива. ТЯ является устройством, которое выводит электроэнергию химических реакций между водородом, углеродом и кислородом, наружу. Само устройство - керамическое и является слоистым композитом, сердце которого - электролит из двуоксида циркония, которым богата Украина. Другие слои - анодный и катодный, которые и выводят электричество для потребления.

Первой очередью по развитию ТЯ направления в Украине должно быть создание промышленных технологий производства топливных элементов и батарей на их основе для производства генераторов электрической и тепловой энергии общей мощностью 5 кВт с целью обеспечения ими частных домов, социальных объектов. Приобретенный опыт позволит оперативно развернуть производство мощных свыше 1 МВт генераторов для энергетической отрасли, транспорта, промышленности.

Новизна

Порошки двуоксида циркония 10Sc-1Ce-ZrO из украинских месторождений и электронно-лучевое осаждение пленок электролита на пористый анод-носитель топливной ячейки позволят существенно улучшить общую проводимость до $\sim 0,2 \text{ ом/см}^2$ при 600°C .

Преимущества

Внедрение ТЯ технологий позволит в два-три раза сократить потребление природного газа и уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду. ТЯ - это действительно высокая технология, способная вывести страну на новые ступени развития.

Стадия разработки

Проводятся научные исследования.

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год создания технологии – 2015.

Машиностроение

УКР-03

Нанесение многослойных и композиционных функциональных покрытий на установках нового поколения «Булат»

Назначение

Повышение эксплуатационных характеристик режущих инструментов, оснастки и деталей машин.

Область применения

Машиностроение.

Описание разработки

Вакуумно-дуговая установка «Булат» нового поколения будет иметь обновленную систему электропитания, использовать малогабаритные экономичные источники питания дуговых испарителей и подложки, в том числе высоковольтные, связанные между собой компьютерным управлением. Установка будет иметь ряд систем, ранее отсутствовавших:

- обеспечение процесса азотирования сталей в вакуумно-дуговом двухступенчатом газовом разряде с последующим нанесением износостойких покрытий;
- автоматическое управление нанесением многослойных покрытий, включающие нанесение нанослоев разного состава с регулировкой их толщины от 10 нм;
- смешивание 2-3 газов (азот, аргон, метан) с точностью до 1% перед их напуском в вакуумную камеру, обеспечение автоматического поддержания давления газовой смеси на заданном уровне;
- генератор высоковольтных импульсов с амплитудой 2000 В и частотой до 15 кГц;
- ИК пирометр с диапазоном измерения температуры подложки в процессе нанесения 100...600°C.

Работа устройств, источников питания, получение высокого вакуума в камере управляется компьютером по заданной программе.

Предлагаемые технологии:

- нанесение сверхтвердых наноструктурных одно- и многослойных покрытий на изделия из конструкционных и малолегированной стали, которые не допускают нагрева выше 150°C. При осаждении покрытий на изделия используются высоковольтные импульсы отрицательного потенциала частотой 1...15 кГц. Технология обеспечивает увеличение износостойкости изделий из сталей ШХ15, Х12М, ХВГ и др. до 5...10 раз (штампы, пуансоны, накатные ролики). До сих пор нанесения вакуумно-дуговых покрытий на такие изделия было невозможно, поскольку температура их нанесения достигала около 500°C. Таким образом, открывается новый класс инструментов и оснастки с вакуумно-дуговыми покрытиями. Это важно, поскольку большинство, например, штампов, очень дороги;
- комплексная вакуумно-дуговая обработка изделий из быстрорежущих сталей, включающая азотирование в вакуумно-дуговом двухступенчатом газовом разряде с последующим нанесением сверхтвердых покрытий из нитридов металлов IV-VI групп в едином технологическом процессе. Такая обработка значительно увеличивает работоспособность изделий, даже по сравнению с изделиями с такими же покрытиями, но без азотирования. Поскольку процесс азотирования проводится при температурах около 500°C, то технология может быть использована для работы только с быстрорежущими сталями.
- нанесение вакуумно-дуговых покрытий на инструменты для труднообрабатываемых материалов (хромоникелевые стали и сплавы, нержавеющие стали, титановые сплавы). Это многослойные покрытия TiN-MoN, TiN-CrN, NbN-ZrN на инструментах из твердых сплавов, быстрорежущих и малолегированной сталей. Регулированием толщины нанослоев в покрытии возможно оптимизировать его свойства, что обеспечит максимальный результат для каждого вида инструмента, обрабатываемого материала и режима его обработки.

Новизна

Сверхтвердые покрытия TiN, а также комплексная обработка (азотирование и последующее нанесение сверхтвердых покрытий в едином технологическом цикле) не имеют аналогов в мире, некоторые многослойные покрытия используются в промышленно развитых странах.

Преимущества

Исследования по получению сверхтвердых одно- и многослойных и комплексных покрытий при температуре нанесения 100-500°C показало увеличение износостойкости изделий из конструкционных, малолегированной и быстрорежущих сталей до 5-10 раз.

Экономический эффект достигается за счет увеличения производительности оборудования (уменьшение времени на переналадку, увеличение подач и скорости обработки). Уменьшение в несколько раз необходимого количества инструментов и операций за счет более высокой чистоты обработки, экономия энергии за счет уменьшения усилий резки. Годовой эффект от внедрения этих технологий только по

одному из машиностроительных заводов может достигнуть не менее 1...1,5 млн грн. Планируется обеспечить инструментами с сверхтвердыми наноструктурными покрытиями не менее 10...12 машиностроительных предприятий Украины.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания и внедрения. Запланированный год создания – 2013.

Очистка воды

УКР-04

Наноструктурные керамические и полимерные материалы для гибридных мембран очистки питьевой и технологической воды

Назначение

Очистка воды различного назначения, в том числе, морской.

Область применения

Станции подготовки воды (Водоканал) практически всех городов страны. Очистка технологических вод предприятий, станции обессоливания морской воды на юге Украины.

Описание

Производство объединяет получение полимерных пленок, их функционализацию каталитическими компонентами, получение керамических мембран-суппортов из нанодисперсных порошков оксидов, их дальнейшую функционализацию и сборку в стек с полимерными пленками-мембранами.

Новизна

На рынке с мембранами второго поколения работает 17 стран (США, Великобритания, Япония, Ю. Корея, Германия и др.). Выпуск продукции приближается к 1 млрд. долл. США. В 2012 году рынок нанофильтрации ориентировочно составит 350 млн. долл. США, а к 2015 году достигнет 1,07 млрд. долл. США. В 2015 году ожидается, что рынок технологий обессоливания морской воды составит 5,5 млрд. долл. США.

Преимущества

Гибридные мембраны очистки питьевой воды, которые будут получены в результате внедрения технологии, соответствуют мировым аналогам, но имеют более низкую стоимость.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР. Запланированный год создания технологии – 2015.

Машиностроение

УКР-05

Износостойкие наноструктурные керамические материалы для высокотемпературных и высокоэрозионностойких узлов трения

Назначение

Производство наноструктурных узлов трения.

Область применения

Машиностроение

Описание

Новейшие технологии получения нанопорошков и их спекание позволяют получить нанокерамику, которая по показателям износостойкости намного превышает аналоги.

Новизна

В 2010 году сегмент рынка износостойкой керамики составлял 0,63 млрд. долл. США. По прогнозам аналитиков, вскоре этот рынок будет составлять 0,98-1,02 млрд. долл. Приблизительно 35% износостойкой керамики будет приходиться на наноструктурную. Выпуск износостойкой и наноструктурной керамики высокорентабелен - 100-150 %.

Преимущества

Исследования показали 5-6 кратный рост износостойкости нанокерамики по сравнению с традиционной. Рассматривается создание технологии изготовления керамических наноструктурных вкладышей и подшипников из нанокристаллических порошков SiC, Si₃N₄, TiB₂ и др.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2014.

Фармацевтика

УКР-06

Технологии наномаркеров для изучения состояния биологических объектов

Назначение

Синтез наночастиц, нанолюминофоров с контролируемой люминесценцией. Функционализация наночастиц молекулами (мобилизация и иммобилизация).

Производства наноструктурных функциональных наномаркеров для биомедицины, например для мониторинга состояния метаболизма.

Область применения

Фармацевтические предприятия

Описание

Получение нанокристаллических частиц заданного состава, содержащих люминесцентные примеси с разными органическими компонентами в комбинации с фармпрепаратами.

Новизна

В 2011 году производство наномаркеров приблизилось к 12 млрд. долл. США. В 2012 расход на открытие новых наномаркеров будет составлять 5,2 млрд долл. США, на клинические исследования - 1,7 млрд. долл. США, на молекулярную диагностику до 5 млрд. долл. США. Функциональные наночастицы имеют сегмент рынка до 1,5 млрд. долл. США

Преимущества

Функционализированные биомаркеры медико-биологического назначения по характеристикам выше мировых аналогов.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2015.

Строительство

УКР-07

Наноструктурные фотокатализаторы на неорганических и полимерных носителях для новых химических технологий и эффективных покрытий

Назначение

Защита от коррозии в медицинских заведениях.

Область применения

Строительные компании, медицина.

Описание

Производство объединяет получение нанокристаллических частиц фотокатализатора заданного состава на уровне 30 т/г, полимерный или гибридный носитель, сочетание одного с другим и нанесением на основу.

Новизна

Производство фотокатализатора уже в 2010 г. достигло 1,02 млрд. долл. США. В 2014 г. производство таких покрытий в строительной промышленности будет 1,5 млрд. долл. США. Экономический эффект от внедрения при высокой рентабельности 170-200%.

Преимущества

Фотокаталитические покрытия по функциональным и ценовым характеристикам находятся на уровне мировых аналогов.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2015.

Машиностроение

УКР-08

Сверхвысокомодульные композиты при совместном использовании углеродных волокон из ПАН-сырья, наноструктурных углеродных наполнителей и эпоксидного связывания

Назначение

Исследования по получению наноструктурных и карбидных частиц и волокон, преимущественно из растительного сырья, размеры и свойства которых позволяют успешно модифицировать эпоксидную

матрицу даже в межэлементном пространстве углеродных высокомодульных жгутов. Повышение адгезивных связей на границе волокно-матрица. Возрастающие электропроводности композитов, общего эффекта армирования волокнами и наполнения электропроводящими компонентами существенно расширяет сферу их использования в технике при применении дефицитных армирующих углеродных волокон. Увеличение в 1,5-2 раза эксплуатационных характеристик изделий из композиционных материалов.

Область применения

Аэрокосмическая техника, машиностроение

Описание

Имея развитые авиационную и ракетно-космические отрасли, где широко используют сверхлегкие конструкционные композиционные материалы, Украина оказалась перед проблемой - создавать собственное производство углеродных волокон или потреблять импортную продукцию. Импортные ограничения, несоответствие углеродно-волоконной продукции критерию «цена-качество» заставляют производителей композиционных материалов и изделий из них пользоваться углеродными волокнами с недостаточно высокими характеристиками (японская продукция - Т300, российские волокна - УКН-5000). Перед украинскими учеными на первом этапе (еще до создания собственного производства волокон) встала проблема поиска способов резкого повышения свойств углеродных пластиков, модуля упругости и прочности за счет отечественных технических решений.

Предлагаемые технологии:

Использование разработанных в ИПМ НАН Украины углеродистых и карбидных наноструктурных частиц растительного происхождения. Их размеры, структура и свойства позволяют провести модификацию углеродных волокон и выполнить структуризацию эпоксидного связующего, обеспечивая проникновение частиц - наномодификаторов в межэлементное (межволоконное) пространство углежгутов. Это способствует существенному росту адгезивных сил на границе волокно-матрица, а также улучшению межслойной жесткости и прочности композитов. Главными проблемами совместного применения углеродных волокон или тканей и частиц наномодификаторов, требующими научной проработки, будут:

- прецизионное автоматизированное транспортирование углежгутов через подготовленные емкости со связующим, где присутствуют частицы наномодификаторов;
- пропитка углеродных волокон аппретированием связывающего при использовании УЗ, теплового и механического воздействия для фиксирования наночастиц на модифицированном волокне-препрези;
- получение композитов (углеродпластиков) управляемой намоткой и отверждением.

Новизна

Новизна заключается в рациональном применении названных выше физических методов за один цикл получения волоконных препрегов, что позволит реализовать подкачку углеродных волокон в состав композита и выйти на уровень материалов со сверхвысокомодульными свойствами. Электропроводящая природа наномодификаторов обеспечит углеродкомпозитам новые применения (экранирующие и радиопоглощающие покрытия), что важно для объектов авиакосмической техники.

Экономический эффект от внедрения обеспечится за счет:

- существенного удешевления углерод-волоконной продукции,
- коммерциализации композиционных материалов с повышенным комплексом эксплуатационных свойств на рынках.

Преимущества

Аналоги продукции в странах СНГ отсутствуют.

Стадия разработки

Создание и внедрение.

Запланированный год создания технологии – 2013.

УКР-09

Ультравысокотемпературная и коррозионностойкая керамика для узлов агрегатов для агрессивных сред при температурах выше 1600°C

Назначение

Широкий круг изделий новой техники для энергетики и других отраслей. Увеличение рабочих температур до 1600-2200°C и ресурса высокотемпературных машин и агрегатов, работающих в условиях агрессивных сред.

Область применения

Энергетика, машиностроение, переработка минерального сырья (базальта).

Описание

Разработка такой керамики инициирована требованиями к материалам носовых обтекателей и острых кромок многоразовых космических аппаратов, новых газотурбинных двигателей с рабочими температурами 1600-1700°C, а также материалами энергетики.

Разработанные в ИПМ НАН Украины ультра-высокотемпературные керамические материалы с высокой стойкостью к окислению и коррозии являются композитами с керамической матрицей на основе бескислородных тугоплавких соединений (боридов циркония и гафния - силицидов циркония и молибдена - карбида кремния). Для активации спекания используются добавки некоторых боридов и карбидов. Отработаны методы консолидации керамики с использованием горячего и реакционного горячего прессования, а также спекания без дополнительного давления (свободное спекание).

Предлагаемые технологии:

- получение керамики из композиционных порошков общего синтеза в системах борид-силицид-карбид. Использование технологии позволяет получить качественную высокоактивную при спекании шихту с компонентами, синтез которых затруднен (силициды молибдена и циркония). Шихта имеет высокие показатели однородности и регулируемую дисперсность;
- активность шихты при спекании (горячем прессовании) обеспечивается введением небольших добавок активаторов (боридов вольфрама и хрома, карбидов вольфрама, бора или углерода). Введение карбидов и углерода способствует удалению примесей оксидов соответствующих металлов (циркония, гафния, кремния) в реакциях восстановления и рафинированию материала;
- активация спекания обеспечивается переходом к реакционному горячему прессованию, когда конечные компоненты синтезируются при спекании (основной борид получается в составе керамики после восстановления соответствующего оксида карбидом бора);
- режимы свободного вакуумного спекания керамики предусматривают использование эвтектичности выбранных систем с добавкой некоторых металлов (хрома) и спекания в присутствии исчезающей жидкой фазы с образованием вторичных боридов;
- предусматривается разработка гетерофазных композитов с керамической матрицей зеренного типа (с защитными слоистыми структурами на поверхности), обеспечивающими высокую прочность в широком интервале температур, высокую термочувствительность, снижение риска хрупкого разрушения, низкие скорости крипа, стойкость к высокотемпературному окислению и коррозии;
- будет разработано новое печное оборудование и оснастка для синтеза сырьевых материалов на опытно-промышленном производстве. Изготавливается новая оснастка и индукционные нагреватели экономичных установок горячего прессования с малой металлоемкостью для получения крупногабаритных изделий из ультра высокотемпературной керамики (диаметром до 350 мм и высотой до 150 мм). Оборудование будет использовано для изготовления материалов и изделий на опытно-

производстве ИПМ. Это оборудование станет базой при серийном производстве изделий из ультра высокотемпературной керамики.

Новизна

Ультра-высокотемпературная керамика и технология ее получения не имеют аналогов. Опытные изделия из диборида циркония - карбида кремния проходят испытания в Европейском космическом агентстве и в США.

Преимущества

Экономический эффект будет получен за счет повышения рабочей температуры агрегатов ГТД, а, следовательно, увеличения их экономичности, ресурса и повышения надежности высокотемпературных машин и агрегатов, работающих в условиях агрессивных сред, замены платины в питателях при производстве базальтовых волокон.

Использование жаровых труб в новых горелках (аэродинамические плазменные реакторы) разработкой Института геотехнической механики (г.Днепропетровск) для сжигания низкокачественного высокозольного угля в котлах тепловых электростанций по расчетам научно-технического центра «Экология-Геос» (г.Днепропетровск) улучшит условия горения и обеспечит более полное его сжигание; позволит уменьшить использование мазута и на 8-12% расход природного газа, снизить до 4-6% механический недожог угля, повысить на 0,3-0,5% КПД котла, снизить на 0,5-0,8% себестоимость электроэнергии. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения новых горелок на одном котле ТПП Приднепровской ТЭС по расчетам составит около 2 млн. долл. США, что включает экономию:

- мазута ~\$500 тыс.;
- газа ~\$700 тыс.;
- недожога угля ~\$700 тыс.;
- от уменьшения вредных выбросов ~\$100 тыс.

Широкомасштабное внедрение технологии в топливно-энергетический комплекс Украины позволит решить актуальные проблемы энергетики, улучшить экологические и социальные условия промышленных регионов, получать экономический эффект по отрасли в 350-400 млн. долл. США/год.

Аналог продукции в странах СНГ отсутствует.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания и внедрения.

Запланированный год создания – 2013.

Электроника

УКР-10

Капиллярные водородно-металлогидридные структуры и линейные пневматические сигнализаторы перегрева и пожара для самолетов АН

Назначение

Цель проекта - создание производства отечественного линейного пневматического сигнализатора (ЛПС) пожара или перегрева для систем пожарной сигнализации и защиты на самолетах серии АН, электровозах и т.п. Создание ЛПС требует изготовления тонкого (1,6 мм), капилляра, наполненного изолированным от стенок гидридом металла, гидрирования (насыщения водородом) гидридообразующего металла, содержащегося в тонком металлическом капилляре значительной длины (1,5-6 метров), создания специальных мембранных датчиков давления, реализации компьютеризированной системы насыщения

водородом и активации капиллярной водородно-металлогидридной системы, проверки характеристик и цикловой устойчивости ЛПС.

Область применения

Приборо -, самолетостроение

Описание

В системах пожарной защиты самолетов в Украине используются устаревшие модели производимых в России термодатчиков. Точечные термодатчики выполнены на основе трех последовательно соединенных термодатчиков. Каждый датчик обеспечивает локальный контроль возгорания или перегрева. За рубежом такие модели уже не используются.

На американских и западно-европейских самолетах применяются – линейные пневматические сигнализаторы (ЛПС) пожара, имеющие преимущество над термодатчиками.

Они обеспечивают пространственный контроль мест возможного возгорания. ЛПС также имеют значительно больший выходной сигнал, что обуславливает их большую надежность (защищенность от электромагнитных наводок, вызывающих ложное срабатывание) и позволяет значительно сократить объем аппаратуры противопожарной защиты, которая воспринимает информацию о состоянии двигателей и проводит тестовый контроль датчиков.

Кроме того, ЛПС, производимые из нержавеющей стали, имеют большую устойчивость к механическим повреждениям и ресурс работы, чем термодатчики. Можно отметить, что предложенная разработка линейного сигнализатора пожара должна способствовать решению актуальной для Украины проблемы безопасности на транспорте.

Новизна

В Институте проблем материаловедения НАН Украины, ЗАО «Укрналит» накоплен опыт и создан задел в области изучения физико-химических процессов взаимодействия водорода с металлами, а также создания новых высокоэффективных сплавов накопителей водорода, которые могут применяться в приборах, использующих обратное их взаимодействие с водородом.

Накоплен также опыт в области газоаналитических приборов различного назначения, автоматических установок для измерения водородсорбционных, электрохимических и термодинамических свойств металлогидридов, по разработке программного обеспечения для указанных установок.

Исследования, в том числе по инновационному проекту «Разработка водородно-металлогидридных технологий и их применения в медицинском приборостроении и в системах безопасности на транспорте» (Государственная регистрация 0106U006700) показали, что возможности этих организаций позволяют создать ЛПС конкурентный на рынке, в частности, с изделиями фирмы «Meggit».

Преимущества

Организация производства ЛПС пожара или перегрева будет применяться в системах пожарной сигнализации и защиты на самолетах серии АН, электровозах, что позволит отказаться от импорта таких систем.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения работ – 2013.

Медицина

УКР-11

Новейшие нанобиоматериалы и имплантаты на их основе

Назначение

Керамические и металлические нанобиоматериалы и импланты на их основе для быстрого прогресса хирургии и других областей медицины.

Результаты показали сокращение вдвое срока послеоперационного пребывания пациентов в больнице, возможности лечения травм и болезней, которые считались неоперабельными, а также значительного улучшения качества эндопротезов тазобедренного сустава, создания новых изделий и методов лечения.

Область применения

Хирургические клиники и другие медицинские организации

Описание

Нанокерамические материалы, родственные костной ткани (биоактивная керамика – единственный тип материалов, полностью интегрируется с организмом, включается в метаболизм и способен корректировать восстановление кости, а также гомеостаз элементов и другие физиологические процессы в организме). Биоинертные керамики – единственный тип материалов, нейтральных к среде организма.

Технологии их синтеза базируются на последовательном приближении свойств имплантов и покрытий для восстановления определенного типа костей, хрящевой ткани, функций локальной доставки и выведения лекарств, лечения генетических дефектов, интеграции металлических имплантов с костью.

Новые металлические биоинертные сплавы с согласованным с костью модулем упругости – материалы, гарантирующие неограниченный срок эксплуатации металлических имплантов (при наличии биокерамических покрытий). Возможность разработки сплавов следует из последних исследований титановых сплавов.

Новизна

Новизна заключается в создании новых медицинских изделий, значительном улучшении эффективности хирургических операций с костной и хрящевой тканями, в том числе имплантирования, создании новых видов лечения с локальной доставкой лекарств, генной терапии.

Преимущества

Стоимость хирургических операций в мире быстро растет вследствие применения новых материалов и технологий, подтверждая тезис, что здоровье – бесценно.

Эффект будет получен за счет замены импортной продукции, стоимость которой – около 2 млрд. долл. США в год, и за счет восстановления трудоспособности больных, а также в результате рационального использования отечественного сырья (титана, циркония), экспорта разработанных материалов и технологий.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2013-2015.

Новые материалы

УКР-12

Наноструктурные суперконденсаторы и автономные системы на их основе

Назначение

Технологии наноструктурных суперконденсаторов для экологически чистого энергонасыщенного транспорта, автономных систем питания, используемых в гибриде с ТЯ и твердотельными литиевыми источниками тока высокой удельной емкости. Следующие шаги – создание технологии суперконденсаторов с высокой удельной емкостью на основе украинского сырья и собственной патентоспособной разработки.

Область применения

Автостроительные компании, производители автономных сварочных аппаратов

Описание

Конденсаторы производятся из украинского сырья. Электроды и электролит находятся в герметичных алюминиевых корпусах. Ячейки соединяют в секции для увеличения емкости и тока.

Новизна

На рынке США, Японии и Ю.Кореи эта продукция только появляется. В 2015 году сегмент рынка достигнет 1,1 млрд. долл. США. Это будет высокорентабельная продукция, поскольку доходы от внедрения в 5-7 раз выше затрат.

Преимущества

Благодаря уникальности разработки Украина имеет возможность занять 10% рынка.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2014.

Медицина

УКР-13

Композиционные костные импланты из наноструктурных керамических и металлических материалов с биоактивной поверхностью и механическими свойствами, приближенными к свойствам костной ткани

Назначение

Производство наноструктурированных биосовместимых материалов на базе сплавов системы Ti-Si-x с оптимальными биомеханическими свойствами и остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами поверхности.

Область применения

Отделения опорно-двигательного аппарата клиник Украины, стоматология.

Описание

Производство включает получение сплавов титана системы Ti-Si-x, со свойствами приближенными к механическим свойствам кости, изготовление костных имплантов, нанесение наноструктурированного покрытия из биоактивного материала из фосфата кальция и переходного наноструктурированного под-

слоя. В результате создается градиентное распределение кремния с повышенным содержанием на поверхности и обеспечивает синергетический эффект с элементами биоактивной керамики, что придает остеоиндуктивные свойства поверхности.

Новизна

Основное отличие этих изделий в том, что они будут изготовлены из сплавов титана с повышенной биосовместимостью по сравнению с титановыми сплавами, где присутствуют нежелательные для организма ванадий и алюминий, и оптимальными биомеханическими свойствами. Другое преимущество материалов - их наноструктурированные поверхности в месте фиксации в костную ткань. Внедрение в медицинскую практику изделий с биоактивным наноструктурированным покрытием позволит снизить травматический эффект операции и полностью восстановить функцию конечности. Благодаря высокой биологической совместимости с организмом и отсутствию в составе вредных химических элементов изделия практически не имеют ограничений по сроку эксплуатации. Это исключает необходимость в их замене и имеет большое значение для здоровья человека и снижения затрат. На рынке работают около 20 стран, разрабатывающих костные импланты нового поколения (США, Великобританию, Япония, Германия, Франция и др.). Объем продукции уже приближается к 1 млрд. долл. США. В 2012 году рынок костных имплантов должен составить 400 млн. долл. США, а к 2015 году сегмент рынка достигнет 1,5 млрд. долл. США.

Преимущества

Продукция по функциональным характеристикам находится на уровне мировых аналогов.

Стадия разработки

Проводятся НИР и ОКР.

Запланированный год создания технологии – 2015.

Новые материалы

УКР-14

Новые конструкционные и триботехнические экономнолегированные спеченные стали и чугуны с повышенными физико-механическими свойствами на основе отечественной сырьевой базы

Назначение

Повышение физико-механических, функциональных и триботехнических свойств спеченных конструкционных и износостойких железуглеродистых материалов за счет комбинированного легирования с одновременным использованием высокоэффективных способов механохимической обработки, спекания и горячей штамповки и экономии исходного сырья при их изготовлении и при использовании дефицитных легирующих элементов (Mn, Si и др.) на основе украинской сырьевой базы.

Область применения

Машиностроение

Описание

Технология основана на создании новых марок спеченных экономнолегированных железуглеродистых сплавов на основе систем Fe-Si-C(B), Fe-Mn-Si-C(B), Fe-Mn-Ti-C(B) и Fe-Mn-Cu-C(B) с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами за счет комбинированного их легирования с

использованием оптимизированных составов легкоплавких лигатур и одновременным использованием высокоэффективных способов механохимической обработки, активированного реакционного спекания и горячей штамповки.

Разработка новых материалов будет базироваться, главным образом, на отечественной сырьевой базе взамен широко используемых порошковых легирующих элементов группы: Ni, Mo, V, W, Co, добыча и производство которых в Украине не осуществляется.

Новизна

Отличие предлагаемого подхода при получении спеченных конструкционных и износостойких материалов на основе железо-углеродистых сплавов от известных методов заключается в широком применении оптимизированных составов легкоплавких эвтектических лигатур, синтезированных с использованием украинской сырьевой базы. В результате будут получены материалы с более высокими прочностными и удовлетворительными пластическими свойствами. Применение оптимизированных лигатур наравне с повышением степени гомогенности обеспечивает существенно меньшее содержание кислорода в спеченных материалах. Это особенно важно для систем с элементами с высоким сродством к кислороду. Использование лигатур дает возможность получения порошковых материалов различного функционального назначения с широким диапазоном свойств, достигаемых за счет варьирования состава лигатур и их смесей с основанием материала. Эффект от внедрения технологии реализуется за счет существенного (в 5-10 раз) уменьшения потребления дорогих легирующих элементов, которые не добываются и не производятся в Украине.

Преимущества

По физико-механическим и эксплуатационным показателям находится на уровне лучших аналогов.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения создания технологии – 2013.

Новые материалы

УКР-15

Высокоустойчивые дисперсионнозамещенные композиционные электроконтактные материалы на основе меди с использованием внутреннего оксидирования и горячей штамповки пористых заготовок

Назначение

Высокоресурсные электроды для контактной сварки, контактные элементы токоприемников, контакты быстродействующих выключателей для коммутации высоких токов при минимизации электроэрозийного износа контактных поверхностей.

Область применения

Машиностроение, электротехническая промышленность, приборостроение.

Описание

Технология базируется на реакционном механохимическом синтезе порошковых смесей и специальных методах горячей обработки давлением пористых порошковых заготовок с реализацией схем оползневых деформаций, обеспечивающих наноструктурированную дисперсно-упрочненную структу-

ру материала. Укрепление медной основы обеспечивается равномерно распределенными в ней механохимически синтезированными нанодисперсными (10...40 нм) тугоплавкими частицами оксидов, карбидов, боридов, нитридов и других соединений, образующихся при твердофазных реакциях введенных в матрицу химических элементов и не растворяющихся в матрице. В частности, оксидная группа дисперсно-упрочняющих элементов формируется при взаимодействии с материалом основания высокодисперсных частиц высокоактивных по сравнению с медью (алюминий, титан) элементов. В результате в материале формируются высокодисперсные доли соответствующих оксидов. Особая группа материалов – металло-стеклянные композиты на основе меди, полученные при механохимическом синтезе порошков меди и специального стекла, прессовании пористых заготовок и их горячей штамповки. Такая структура в совокупности с оптимально подобранными составами обеспечивает высокие значения температуры рекристаллизации (800...1000°C) и жаростойкости, электропроводности (до 95% от меди) и износостойкости, которой способствует наличие в некоторых медных композитах остаточного ультрадисперсного углерода. Присутствие в материалах нанодисперсных и равномерно распределенных частиц с низкой работой выхода электронов значительно снижает удельную энергию и температуру на поверхности контакта, что обуславливает существенное увеличение дугостойкости материалов. Электроэрозионный износ происходит более равномерно без локальных выбросов расплавленного металла.

Новизна

Новизна технологического подхода, в отличие от известных методов получения дисперснозамещенных композитов – использование внутреннего оксидирования, предусматривающего введение в шихту высокоактивных добавок, которые при механохимическом синтезе и последующей термической обработке (нагреве под горячую штамповку) выступают в роли раскислителей. Это обеспечивает повышение качества межчастичных металлических контактов частиц меди, и появление центров формирования высокодисперсных упрочняющих оксидных частиц. Добавка в шихту специального стекла позволяет в результате взаимодействия расплава стекла и оксидных пленок на частицах меди обеспечить высокую степень очистки поверхности последних (за счет растворения оксидов в расплаве стекла). Материал обладает гетерогенной структурой из металлической матрицы и включений стекла, которые служат эффективными дугогасящими добавками. К новизне технологии относится также применение для консолидации смесей и формообразования изделий специальных методов горячей штамповки пористых порошковых заготовок. Сдвижные деформация металла в зоне контактных поверхностей частиц приводят к разрушению оксидной пленки, выносу из зоны контакта посторонних включений, адсорбированных атомов, способствуют образованию качественного контакта, т.е. срачиванию частиц, повышая прочность металлической структуры. Интенсивная пластическая деформация способствует диспергированию структуры материала вследствие одновременного воздействия на него комбинации давления и смещения. Важная особенность структуры материалов, полученных с использованием специальных схем горячей штамповки - наличие ярко выраженной текстуры материала, направление которой может варьироваться в зависимости от конструкции контактного элемента выбором схемы деформации.

Преимущества

Эффект от внедрения разработанной технологии обеспечивается за счет увеличения в 2-5 раз электроэрозионной устойчивости и дугостойкости электродных материалов, замены импортозависимой части сырьевой базы (в частности, вольфрама), существенного снижения стоимости электродов по сравнению с аналогами из сереброзамещенных и вольфрам-медных материалов.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания и внедрения.

Запланированный год завершения создания технологии – 2013.

Новые материалы

УКР-16**Получение композиционных порошковых материалов на основе дисперснозамещенных сплавов алюминия с использованием горячей обработки давлением****Назначение**

Авиакосмическая, автомобиле- и моторостроительная отрасли.

Описание

Целесообразность внедрения изделий из дисперсно-упрочненных алюминиевых сплавов обусловлена рядом их преимуществ. В последние десятилетия такое внедрение сдерживалось рядом технологических трудностей. Опыт позволяет реализовать комплексные решения, сочетающие нетрадиционные подходы к проблеме с разработкой новых составов, обеспечивающих повышение физико-механических и эксплуатационных свойств изделий. Технология базируется на использовании реакционного механохимического синтеза порошковых смесей с порошками алюминия и нанодисперсными частицами карбидов SiC, TiC, B₄C, которые подвергаются холодному прессованию с горячей обработкой давлением пористых заготовок со значительным уровнем сдвиговых компонент тензора деформаций.

В результате создания напряженного состояния можно целенаправленно влиять на характер дислокационных структур и получать необходимые свойства изделий. Наличие в материалах большого количества нанодисперсных и равномерно распределенных частиц обеспечивает высокие значения температуры рекристаллизации, прочности и пластичности материалов, а также их износостойкость.

Новизна

Новизна предложенной технологии – органическое сочетание механохимического синтеза и специальных методов горячей обработки давлением спрессованных заготовок, что позволяет формировать существенно гетерофазную структуру материала, состоящего из прочного высокодисперсного наполнителя и пластической связки. Вклад разнородных компонентов дает эффект равноценный созданию нового материала, свойства которого отличаются от каждой из составляющих. Для материалов характерны высокие значения прочности, модуля упругости, вязкости разрушения. Они сохраняют стабильность характеристик в широком температурном диапазоне, имеют высокую электро- и теплопроводность, малую чувствительность к поверхностным дефектам. Специальные методы обработки давлением позволяют управлять механической текстурой материала, обусловленной появлением в процессе деформации вытянутости зерен, а также ориентированным распределением неметаллических включений и других структурных составляющих.

Преимущества

Эффект от использования технологии состоит в замене разработанными составами композитов многих высоколегированных алюминиевых и других сплавов на основе цветных металлов. Экономический эффект заключается в существенно более высоком коэффициенте использования материала по сравнению с технологией изготовления таких изделий механической обработкой из прутковых материалов за счет того, что заготовки, полученные по предлагаемой технологии, минимально подвергаются такой обработке.

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения создания технологии – 2013.

Новые материалы**УКР-17****Вакуумное ионно-плазменное создание антифрикционных покрытий со свойствами твердосмазочных материалов****Назначение**

Увеличение ресурса работы деталей и пар трения при невозможности использования смазочных материалов.

Области применения

Машино- и моторостроение, медицина, космическая и вакуумная техника.

Описание

Вакуумное ионно-плазменное нанесение покрытий магнетронным распылением с использованием разработанного устройства коаксиального типа позволяет получать поверхностные слои с заданным стехиометрическим составом из Cu, Cr, Fe, Ni, Mo, W, Sn. В результате материалы приобретают свойства твердосмазочных композиций.

Новизна

Создание и использование разработанного устройства коаксиального типа позволяет наносить покрытия точного стехиометрического состава, что повышает эксплуатационные характеристики деталей машин и механизмов.

Преимущества

Технология энергоэффективная и ресурсосберегающая. По сравнению с зарубежными аналогами продукция имеет повышенный срок службы деталей в 1,3-1,5 раза.

Стадия разработки

Технология находится в стадии разработки.

Запланированный год завершения создания технологии – 2013.

Медицина**УКР-18****Биосовместимые защитные покрытия, полученные методами высокоэнергетической обработки****Назначение**

Создание биосовместимых защитных покрытий с повышенной адгезивной прочностью для имплантов, протезов и медицинского инструмента.

Область применения

Медицина.

Описание

Формирование таких покрытий вакуумным ионно-плазменным методом с последующим модифицированием поверхности электроискровым легированием и лазерной обработкой.

Новизна

Использование высокоэнергетичных методов обеспечивает необходимые физико-механические и биологические свойства поверхностного слоя, высокую адгезию.

Преимущества

Увеличение срока пребывания имплантов и протезов в организме человека, уменьшение числа повторных хирургических вмешательств из-за отторжения протезов, улучшение восстановительного лечения.

Продукция по сравнению с зарубежными аналогами уменьшает реакцию отторжения клетками организма имплантированных протезов на 10-15%

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения работ – 2014.

Информационные технологии

УКР-19

Формирование стабильных наноразмерных магнитных пленок FePt для записи и хранения информации сверхбольшой плотности

Назначение

Формирование стабильных наноразмерных магнитных пленок с улучшенной термической стабильностью, контролируемой ориентацией зерен, оси легкого намагничивания и коэрцитивной силы при создании магнитных носителей информации нового поколения с плотностью записи до 1 Тбит/см².

Область применения

Информационные технологии, космическая и военная отрасли

Средства записи и хранения информации

Описание

Получение наноразмерной пленки толщиной 10-30 нм на основе магнитно-упорядоченной фазы L10-FePt (ГЦТ) магнитронным методом осаждения с использованием мозаичных мишеней из Fe и Pt с легирующими элементами C, Ag, Ni, B, Cu, Au, Sb на подложку SiO₂ или MgO, CrRu, CrMo. Термическая обработка проводится отжигом в азоте или вакууме при 620-970 К с различными скоростями нагрева и временем выдержки. Для магнитной записи информации с помощью пленки L10-FePt (ГЦТ) можно использовать термическую активированность записи (ТАМЗ) при охлаждении из парамагнитного состояния.

Новизна

Создание приборов со сверхвысокой плотностью записи и хранение информации актуально для современных науки и техники. Увеличение плотности записи традиционными методами уже достигло предела. Для сохранения цифровой информации используются магнитные диски, для получения которых на немагнитную подложку наносится слой магнитного материала, на который и осуществляется запись.

В качестве среды для записи используется полимерное покрытие, содержащее магнитные однодоменные частицы (как правило в – Fe_2O_3) или тонкие (50-150 нм) пленки магнитного металла, сплава или оксида (на основе Co, например, Co-Ni, Co-Ni-W, Co-Pt-Ni). Размер магнитных доменов, которые располагаются в нескольких зернах ~ 100 нм. Тонкие магнитные пленки имеют структуру с размером зерна порядка толщины пленки. Коэрцитивная сила магнитных материалов, используемых для хранения информации, лежит от 8 А/м до 37 А/м, остаточная индукция достигает 1,5 Тл. Плотность записи и хранения информации – 10-15 Гбит/см². Для увеличения плотности нужны новые наноматериалы с минимальными магнитными доменами, располагающиеся в изолированном зерне размером 5-15 нм. Это позволяет изготовить носители нового поколения с плотностью магнитной записи и хранения информации до 1 Тбит/см².

Материалом для таких устройств может быть магнитно-упорядоченная пленка L10-FePt с границей-трированной тетрагональной структурой (ГЦТ) благодаря ее большой магнитно-кристаллической анизотропии энергии ($7 \cdot 10^6$ Дж/м³). Это более чем на порядок выше, чем в используемых носителях магнитной записи. Разрабатываются методы получения и термической стабилизации ГЦТ наноразмерных пленок, управления ориентацией оси легкого намагничивания и величиной коэрцитивной силы.

Уменьшить температуру магнитного упорядочения и повысить термическую стабильность магнитных пленок L10-FePt (ГЦТ) с размером зерен до (5^{15}) нм удастся за счет ввода энергии границы раздела использованием дополнительных слоев Cr (Au, Ag) или комбинации Pt/Cr (Pt/Ag) в пленочной композиции FePt /дополнительный слой/ подложка или многослойная пленочная композиция Fe/Pt/Fe/Pt/..., которая, используя энергию напряжения между пленкой FePt и дополнительным слоем, обеспечит сверхдвижущую силу для ее упорядочения, ускорит этот процесс. Легирование третьим элементом с низкой поверхностной энергией – Co или (Au, Ag, Sb, Bi), посредством диффузии которого предполагается простимулировать перестройку атомов Fe и Pt, обеспечит упорядочение. Легирующие атомы на границах зерен FePt, позволяют контролировать их размер и замедлять движение доменной стенки FePt при намагничивании, что способствует увеличению коэрцитивной силы. Для контролируемой ориентации зерен – текстуры в пленках L10-FePt (ГЦТ) будут применяться различные подложки (SiO_2/Si (001), аморфные частицы SiO_2 сферической формы, стекло, полистирол – при комнатной температуре и подогретье до 620-770°K). Для аморфных подложек предполагается использовать затравочные слои, в частности Cr (100), MgO (100). Экономический эффект от внедрения: 11-50 млн. долл. США.

Преимущества

В настоящее время плотность записи информации составляет 10-15 Гбит/см².
Предложенная технология дает возможность достичь 1 Тбит/см².

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.
Запланированный год завершения создания технологии – 2014.

Новые материалы

УКР-20

Получение высокоэффективных термоэлектрических материалов на основе наноразмерных пленок CoSb_3

Назначение

Повышение термоэлектрической эффективности – основной характеристики термоэлектрических материалов.

Область применения

Космическая и военная отрасли, предприятия бытовой техники, термоэнергетика.

Описание

Наноразмерные пленочные композиции $\text{CoSb}_3/\text{SiO}_2$ (100 нм) / Si (001) нанометровых толщин (10-50 нм) можно получить соосаждением кобальта и сурьмы в вакууме 10^{-9} Па на подложки монокристаллического кремния Si (001) покрытые слоем оксида SiO_2 . Осаждение Sb будет проводиться электронно-лучевым методом с помощью эффузера. Для легирования пленки будут использоваться Ba, Yb, Tl, Ce, La. Для термической обработки будет применен отжиг пленки в атмосфере азота или в вакууме при 570-970°K.

Новизна

Термоэлектричество – приоритетное направление развития науки и техники, основано на прямом преобразовании тепловой энергии в электрическую. Отсутствие движущихся частей и функционирование в экстремальных условиях обеспечивают ему высокую надежность и практически неограниченный ресурс работы. Особую полезность дает то, что может быть использована тепловая энергия.

Термоэлектрическая эффективность ZT - основная характеристика этих материалов. Вычисляется по формуле: $ZT = S^2 \sigma T / (k_e + k_\phi)$, где σ - электрическая проводимость, S - коэффициент Зеебека, T - температура, k - общий коэффициент теплопроводности ($k = k_e + k_\phi$, где k_e - теплопроводность, обеспечиваемая электронами, k_ϕ - теплопроводность, обеспечиваемая фононами).

Несмотря на попытки получить материал с высоким значением ZT, нынешние термоэлектрические элементы, в большинстве синтезированные порошковой металлургией, имеют добротность, не превышающей 1. В наноразмерном пленочном состоянии ZT, как показывают расчеты, могут иметь значение ≥ 2 . Это объясняется тем, что при переходе к наноразмерам уменьшается электрон-фононное взаимодействие, и фононная подсистема, будучи адиабатически изолированной, почти не принимает участия в переносе тепла от нагревателя к охладителю.

Поэтому наноструктурирование таких материалов эффективно для достижения высокой ZT. В качестве термоэлектрического материала с высокими свойствами предлагается использовать наноразмерную пленку на основе скаттерудитной фазы антимонида CoSb_3 . Кристаллическая теплопроводность может быть значительно снижена благодаря уменьшению размера зерен за счет дополнительного рассеяния фононов на границах зерен и наличия пор в пленках. Одним из особых свойств скаттерудитных соединений является также возможность уменьшения кристаллической теплопроводности, когда небольшие по размеру атомы заполняют поры в структуре материала. Атомы легирующей примеси (заполнителя пор), например, Ba, Yb, Tl, Ce, La, при резонансной частоте дополнительно рассеивают тепло, которое несут фононы, что обеспечивает гораздо более низкую теплопроводность пленки. Благодаря этому термоэлектрическая эффективность ZT может стать больше 1.

Преимущества

$ZT=1,4$ при 500 -700°K (зарубежный аналог – $ZT=1,2$).

Стадия разработки

Технология находится в стадии создания.

Запланированный год завершения создания технологии – 2014.

Предложения по сотрудничеству

Создание совместного центра по трансферу технологий.

Создание международного банка технологий.

Разработчики

Институты Академии наук Украины и высшие учебные заведения Украины.

Контактная информация

УкрИНТЭИ

ул. Горького, 180 Киев МСП 03680, Украина

Телефон: (044) 521-09-73

Факс: (044) 528-25-41

Эл. почта: uintei@uintei.kiev.ua

Литература

- Проведение Форсайта и трансфера технологий в Украине / Т.К. Кваша, А.Л. Кушнир // Материалы V Международного Форума "От науки к бизнесу" "Современные подходы взаимодействия ВУЗов с наукоемким бизнесом" – Санкт-Петербург: Изд-во ISBN. – 2011.– С. 110-113.
- Using foresight to improve the science-policy relationship / European Commission. – Brussels, 2006: [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index_en.htm
- Постановление КМУ от 11.09.2007 № 1118 Об утверждении Государственной программы прогнозирования научно-технологического развития на 2008-2012 года [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1118-2007-%D0%BF>
- Перспективы развития НИР в Украине / Кочеткова Е.П., Задорожная Г.П., Паладченко Е.Ф., Новицкая А.В., // VI Международная научно-практическая конференция: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии как альтернативные первичным источникам энергии в регионе. Львов, 7-8 апреля 2011 г. – Львов, 2011.
- Перспективные направления развития новейших технологий на основе экспертных оценок результатов анализа диссертационных работ и научных исследований / Кочеткова Е.П., Задорожная Г.П., Паладченко Е.Ф., Новицкая А.В. // Научно-техническая информация. – 2011. – №3. – С. 15-19.

ЮЖНО-АФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА



Семинар МЦНТИ-ЮАР по нанотехнологиям и новым разработкам в материаловедении

Л.Сихвивилу, Департамент по науке и технологиям (DST)/Инновационный центр по нанотехнологиям (NIC) Mintek, подразделение перспективных материалов

В.Лингела, Генеральный менеджер Управления сотрудничества и научных исследований, Департамент по науке и технологиям

Введение

Семинар МЦНТИ – Южная Африка по нанотехнологиям и новым материалам проходил 9-11 ноября 2011 г. в местечке Farm Inn Lodge (Претория, ЮАР). Семинар был частью плана, согласованного во время проходившего в Баку (Азербайджан) 21-22 мая 2010 г. 61-го заседания Комитета Полномочных Представителей (КПП) стран-членов МЦНТИ. КПП – высший управляющий орган МЦНТИ.

Основные цели семинара:

а) расширение научно-технического двустороннего сотрудничества между ЮАР и странами-членами МЦНТИ

б) выявление областей взаимного интереса и доступных экспертных и инфраструктурных возможностей в различных научных институтах ЮАР и ряда стран-членов МЦНТИ

в) совершенствование и применение наноструктурных материалов совместно со странами-членами МЦНТИ для поддержки ряда направлений исследований: медицина, космос, водное хозяйство, энергетика, горное дело, биотехнологии, химические процессы. Это, несомненно, позволит создать новые возможности для расширения сотрудничества и партнёрства между странами-членами МЦНТИ.

Ожидаемые результаты:

а) выявление и оценка возможностей для сотрудничества (инфраструктура, обмен студентами, визитами специалистов, совместные проекты и генерация знаний, софинансирование проектов в области наноструктурных материалов).

б) разработка общих положений сотрудничества в области НИОКР получения новых и инновационных наноматериалов для промышленного использования в ЮАР и странах-членах МЦНТИ.

Департамент по науке и технологиям ЮАР взял на себя расходы, связанные с проведением семинара. Участниками семинара были представители системы высшего образования, научных советов, промышленных и административных кругов. В семинаре приняло участие два делегата МЦНТИ, один из Грузии, трое из Монголии, один из Венгрии, восемь исследователей из Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ), четверо из России и 37 специалистов из ЮАР.

Программа началась с представления странами-членами МЦНТИ возможностей, достижений и вызовов. Доктор М.Туманова (зам. директора МЦНТИ) и г-н В.Лингела (Департамент ЮАР по науке и технологиям, генеральный директор по международному сотрудничеству) озвучили задачи семинара, а также возможности его использования в качестве инструмента укрепления совместных усилий в рамках деятельности МЦНТИ.

На семинаре было представлено около 20 презентаций, ориентированных на исследования в области нанотехнологий и применения их результатов в социально-экономической сфере. В них рассматри-



science
& technology

Department:
Science and Technology
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA



вались фундаментальные и прикладные аспекты исследований, в частности, особое внимание уделено синтезу наноматериалов, их применению при обработке воды, в энергетике, фотонике, биомедицине и сенсорных системах. Отмечено, что синтез наноматериалов является ключевым фактором расширения применения нанотехнологий. Достигнуто общее согласие о том, что вода и энергия – общие для стран-членов МЦНТИ проблемы, решение которых требует использования различных подходов.

Результаты семинара

Ниже представлен перечень рассматриваемых на семинаре направлений исследований, а также институтов, которые проявили интерес к проведению совместных исследовательских работ:

а) Синтез материалов. Основное внимание уделено разработке новых методов синтеза, производства и инжиниринга материалов. Данное направление предполагает изучение свойств, возникающих при создании новых материалов, а также оценку подобных наноструктур. Нижеприведённые страны-члены МЦНТИ и институты ЮАР уже вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: DST/CSIR Nanotechnology Innovation Centre (NIC); DST/Mintek NIC (ЮАР); Академия наук Монголии; Грузинский технический университет; Университет Западной Капской провинции; Лаборатория Ithemba Labs; Лаборатория UniZul (ЮАР); Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ (Дубна); Университет Витватерсранда (ЮАР); Российский государственный технологический университет (МАТИ); Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН (Россия).

б) Обработка воды. Процесс предполагает удаление из воды нежелательных химических, механических и биологических загрязнений для достижения приемлемого их уровня и последующего её использования в определённых условиях. Планируется применять наноматериалы для разработки эффективной и недорогой технологии обработки воды.

Следующие страны-члены МЦНТИ и институты ЮАР уже вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: DST/Mintek NIC; Университет Западной Капской провинции; Лаборатория Ithemba Labs (ЮАР); Lórinicz and Co. Kft. (Венгрия).

в) Биомедицина. Направление предполагает сочетание конструкторских способностей и решение проблем инженерного характера в медицине и биологии с целью повышения качества диагностики, мониторинга и лечения заболеваний. В этом направлении предполагается использовать новые наноматериалы для прояснения проблем, решить которые другими способами не удаётся. Следующие страны-члены МЦНТИ и институты ЮАР уже вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: DST/Mintek NIC (ЮАР) и Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ (Дубна).



г) Энергетика. Проекты по созданию возобновляемых источников энергии во многих развивающихся странах продемонстрировали, что альтернативная энергетика может непосредственно способствовать снижению уровня бедности, предоставляя энергию для развития бизнеса и повышения занятости населения. Технологии альтернативной энергетика могут оказывать косвенное содействие снижению уровню бедности тем, что предоставляют энергию для приготовления пищи, отопления и освещения помещений. Альтернативная энергетика может способствовать повышению уровня образования населения, предоставляя электрическую энергию школам. Таким образом, можно сказать, что эксплуатация возобновляемых источников энергии повышает качество жизни. Ведётся разработка технологий по снижению негативного эффекта от выброса парниковых газов. Следующие страны-члены МЦНТИ и институты ЮАР уже вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: Лаборатория Ithemba Labs (ЮАР) и Азербайджанская государственная нефтяная компания (Азербайджан).



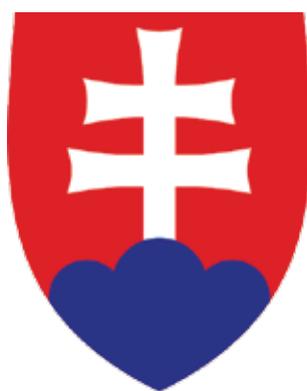
д) Сенсоры. Сенсоры находят широкое применение в повседневной жизни, например, в виде сенсорных кнопок лифтов, машин и т.п. Газовые сенсоры быть очень полезны для использования в южноафриканских рудниках с целью обнаружения различных опасных газов, в частности, оксида углерода, метана и др., которые являются причиной возникновения многих смертельно опасных ситуаций. Наносенсоры и действующие на наноуровне сенсоры находят широкое применение в различных отраслях промышленности: транспорт, связь, строительство, медицина, безопасность, включая и военную область. Следующие институты ЮАР вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: Университет Витватерсранда.

е) Фотоника. Эта наука предполагает изучение вопросов генерации, излучения, передачи, модуляции, обработки, переключения, усиления, обнаружения, измерения характеристик светового сигнала. Создание лазера – хороший пример использования фотоники и, возможно, самое первое изобретение в данной области. Другие изобретения из этой области: лазерные диоды и оптоволокно для передачи информации. Следующие институты Южноафриканской Республики вовлечены в сотрудничество в рамках данного направления: Национальный лазерный центр (CSIR).

Заключение

На семинаре достигнуто единодушное мнение, что синтез материалов, обработка воды и энергия – приоритетные области, которые требуют соответствующей поддержки. По всем трём направлениям будет подготовлен проект предложения и разослан странам-членам МЦНТИ для поддержки организации международного научного сотрудничества.

СЛОВАЦКАЯ РЕСПУБЛИКА



Материаловедение в Словакии: учреждения, занятые в сфере материаловедения и технологии

Я.Йерц (Институт материалов и механики машин Словацкой академии наук, Братислава)

НИР в области материаловедения и машиностроения в Словакии осуществляются, в частности, в университетах, институтах САН, других юридических организациях, созданных центральными органами государственного управления, которые, в основном финансируются из государственного бюджета, и в нескольких частных научно-исследовательских учреждениях, финансируемых бизнес-сектором.

Научные материалы являются предпосылкой устойчивого экономического и социального развития Словакии. Они обеспечивают выработку знаний на различных этапах и их передачу в различные промышленные сектора, и следовательно, являются необходимым элементом развития. Эффективная передача знаний, результатов исследований и технологических разработок в области материаловедения обеспечивает соответствующее экономическое развитие и поддержку региональных предприятий по разработке конкурентоспособной промышленной продукции с высокой добавленной стоимостью. Все это способствует повышению конкурентоспособности уникальных приложений вновь созданных материалов и технологий их производства и обработки. Промышленные предприятия, особенно малые и средние с высоким инновационным потенциалом, научно-исследовательские институты, университеты из промышленных регионов активно сотрудничают в этой сфере, участвуя в различных проектах с целью создания значительного синергетического эффекта.

Юридические и физические лица, имеющие представительства в Словакии, активны в НИР в сфере материаловедения и интегрированы в высшее образование, государственный и частный сектора. Государственные сектора НИР в Словакии состоят из научно-исследовательских институтов САН и ряда юридических лиц под государственным управлением центральных органов. САН - самоуправляемая научная организация, Словацкой Республики, что установлено специальным Законом. Деятельность ее направлена на развитие словацкой науки, образования, культуры и экономики. САН осуществляет свою исследовательскую деятельность с помощью ученых, работающих в научно-исследовательских институтах, созданных на основе полного или частичного государственного финансирования.

НИР в области науки о материалах и технологических разработок осуществляются, в частности, в следующих институтах САН:

- Институт материалов и механики машин (Братислава) www.umms.sav.sk
- Институт исследования материалов (Кошице) www.imr.saske.sk
- Институт инженеров - электротехников (Братислава) www.elu.sav.sk
- Институт физики (Братислава) www.fu.sav.sk
- Институт неорганической химии (Братислава) www.uach.sav.sk
- Институт полимеров (Братислава) www.polymer.sav.sk
- Институт строительства и архитектуры (Братислава) www.ustarch.sav.sk
- Институт измерительных наук (Братислава) www.um.sav.sk
- Институт геотехники (Кошице) www.saske.sk/UGT
- Институт технологии (Братислава) www.ti.sav.sk

Сектор высшего образования в Словакии состоит из 20 вузов, в том числе 3 государственных вузов и 11 частных. НИР в области материаловедения осуществляются, в частности, в:

- Словацком техническом университете в Братиславе www.stuba.sk
 - Факультет материаловедения и технологии (Трнава)
 - Факультет машиностроения
 - Факультет электротехники и информационных технологий

- Факультет гражданского строительства
- Факультет химической и пищевой технологии
- Университет Комениуса в Братиславе www.uniba.sk
- Факультет Математики, Физики и информатики
- Университет Žilina www.uniza.sk
- Факультет машиностроения
- Факультет электротехники
- Инженерно-строительный факультет
- Технический университет (Кошице) www.tuke.sk
- Факультет металлургии
- Факультета машиностроения
- Факультет электротехники и информатики
- Факультет производственных технологий
- Инженерно-строительный факультет
- Факультета авиации
- Технический университет (Зволен) www.tuzvo.sk
- Факультет технологии древесины
- Словацкий университет сельского хозяйства (Нитра) www.uniag.sk
- Инженерный факультет
- Государственное учреждение:
 - Академия генерального штаба им. Р. Стефаника (Liptovský Mikuláš) <http://aos.sk>
- Частное учреждение:
 - Технологический институт (над-Вагом) www.dti.sk

Кроме институтов САН и учреждений высшего образования фундаментальные и прикладные НИОКР в области материаловедения и сопутствующие услуги осуществляют:

- Международный Лазерный Центр (Братислава):
 - Научно - исследовательский (промышленный) институт сварки (Братислава) www.vuz.sk
- НИР центры передового опыта:
- Центр в области НИР конструкционных композиционных материалов для машиностроения, строительства и медицины – CEKOMAT www.cekomat.sav.sk
 - Центр в области материалов, слоев и систем для экстремальных условий www.machina.sk
 - Центр в нано-, микро-, оптоэлектронике и технологии датчиков www.fei.stuba.sk
 - Центр в области интеллектуальных технологий, систем и услуг www.fmit.stuba.sk
 - Центр в области прогрессивных методов диагностики в обработке металлических и неметаллических материалов www.mtf.stuba.sk
 - Центр 5-осевой обработки www.mtf.stuba.sk
 - Центр в области новых технологий электротехники www.elu.sav.sk/cente
 - Национальный Центр в области возобновляемых ресурсов www.nc-oze.stuba.sk
 - Центр интеллектуальных транспортных систем и услуг – CEIDS <http://ceids.uniza.sk>
 - Центр САН по многофазным материалам – (Весело-мат) www.sav.sk

Кластеры:

- Автомобильный кластер (Западная Словакия, Trnava) www.autoklaster.sk
- Словацкий кластер пластмасс (Nitra) www.plasticportal.eu
- Первый словацкий инженерный кластер (Банска Быстрица) www.1ssk.sk

В этой деятельности участвует несколько НИР учреждений и промышленных компаний из частного сектора:

- BASF Polyuretány s.r.o., (Malacky) www.basf.sk
- Бауэр мотор-редуктор, Словакия s.r.o. (Zlaté Moravce) www.bauergears.com/sk
- БРУТО s.r.o., Sereď www.bruto.sk
- CMD приводы и насосы, s.r.o. (Михайливы) www.bhs-group.com
- Центрально-Европейский институт технологий (Žilina) (CEIT SK, a.s.) www.ceit.eu.sk

- Danubia нанотехнологии, s.r.o. (Братислава) www.danubiananotech.com
- Дельта Elektronics (Словакия) , s.r.o., (Над-Баром) www.deltaelectronics.com
- КОБА s.r.o. (Terchová) www.cobaplastics.com
- COMAT s.r.o. (Братислава) www.comat.sk
- C2i s.r.o. (Дунайская Стреда) www.c2i.com
- EDAG Slovakia s.r.o. (Братислава) www.edag.de
- ELEKTROKARBON a.s. (Топоľčany) www.elektrokarbon.sk
- Fagor Ederlan(Зиар – над – Хроном) www.fagorederlan.sk
- Первая сварочная компания (Братислава) www.pzvar.sk
- Геотермальная энергия, s.r.o. (Братислава) www.geothermalanywhere.com
- Золотое солнце s.r.o. (Liptovský Mikuláš) www.goldensun.sk
- Hydac s.r.o., Мартин www.hydac.sk
- HTS BB s.r.o., Vlkánová www.htsbb.eu
- ПЕРЕКИСЬ Slovakia s.r.o., Vrábľe www.htp-slovakia.sk
- INTEGRITA В BEZPEČNOSTĽ OCEĽOVÝCH KONŠTRUKCIÍ a.s. (Братислава) www.ibok.eu
- ИПМ Engineering s.r.o. (Зволен) www.ipmeng.sk
- IVMA C s.r.o. (Братислава) www.stuscientific.sk/content/ivma-stu-s-r-o
- KONŠTRUKTA (Trenčín) www.kotadef.sk
- KraussMaffei Technologies s.r.o. (Sučany) www.kraussmaffe.com
- КВАНТ s.r.o. (Братислава) www.kvant.sk
- KWD s.r.o. (Зволен) www.kwd.sk
- Magneti Marelli Slovakia s.r.o. (Братислава) www.magnetimarelli.com
- METRODAT s.r.o. (Братислава) www.metrodat.sk
- NanoDesign s.r.o. (Братислава) www.nanodesign.sk
- Целлюлозно-бумажный научно-исследовательский институт (Братислава) www.vuprc.sk
- RELKO s.r.o. (Братислава) www.relko.sk
- САПА a.s. (Зиар-над-Хроном) www.sapagroup.com/sk/profiles
- НИИ полупроводников Словакия, a.s. (Братислава) www.onsemi.com
- Semikron s.r.o. (Vrbové) www.semikron.com
- SPINEA s.r.o. (Prešov) www.spinea.sk
- STO Scientific s.r.o. (Братислава) www.stuscientific.sk
- 10 Словакия s.r.o. (Šamorín) www.ten.sk
- THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. (Зиар-над-Хроном) www.thermosolar.sk
- Институт транспортных Исследований Inc. (Žilina) www.vud.sk
- Вена International s.r.o. (Мартин) www.viena.sk
- VUJE a.s.(Трнава) (Научно-исследовательский институт Inc.) www.vuje.sk
- VÚTCH - CHEMITECH s.r.o. (Žilina) www.vutch.sk
- VÚSAPL a.s. (Nitra) www.vusapl.sk
- VÝVOJ (Мартин) www.vyvoj.sk
- ЗТС VVÚ (Košice) www.ztsvvu.eu

Поддержка инновационных процессов и передачи технологий для МСП обеспечивают:

- BIC Bratislava, a.s., www.bic.sk
- INNOVMAT, www.innovmat.eu
- Словацкое агентство по инвестициям и развитию торговли (SARIO) www.sario.

Полностью базу данных словацких НИР организаций можно найти на веб-сайтах:

- www.vedatechnika.sk,
- www.euraxes.sk.

Основные направления деятельности словацких НИР учреждений и промышленных компаний в области материаловедения

• Институт материалов и механики машин САН (Братислава) (IMMM SAS)

На протяжении более чем 50 лет IMMM SAS имеет дело с синтезом перспективных металлических материалов, особенно композитов? и с контролируемыми реакциями на границах между компонентами или фазами. Институт выполняет фундаментальные и прикладные исследования в области материаловедения и механики, ориентированные на разработку новых цветных металлических материалов, в частности, металлматричных композитов, металлической пены, интерметаллидов, сплавов и наноструктурных материалов. Разрабатываются современные технологии (наночистка, вакуумно-диффузионная сварка, PVD-, CVD, плазменное напыление, однонаправленное затвердевание эвтектик, порошковая металлургия, холодное и горячее изостатическое прессование, горячая экструзия, интенсивная пластическая деформация и т.д.)

Физические и механические свойства изучаются на основе знания структуры материалов. Разработка материалов подтверждается исследованиями, проводимыми в лабораториях по оценке структуры (электронная микроскопия, микроанализ, компьютерный анализ изображений, металлография, рентгеноструктурный анализ, рентгеновская дифракция, ДТА, обжиг, масс-спектрометрия, микротомография). В институте проводится определение почти всех основных свойств материалов (поверхностное натяжение, растяжение и сжатие, усталостная выносливость при случайных нагрузках, ползучесть, износостойкость, шероховатость поверхности, акустическая эмиссия, твердость и микротвердость, тепловая и электрическая проводимость, смачиваемость). В прикладной механике используются моделирование упругой и пластической деформации сплошных сред, усталостной выносливости, теория шума и вибрации, акустоэластичность, динамический анализ машин и агрегатов, вибродиагностика роторных машин.

В области металлматричных композитов (MMC), армированных непрерывными мононитями, проволоками, короткими волокнами, частицами с керамическими или графитовыми скелетами, например, Al-B, Cu-W, Mg-C, TC-c, Al-SiC, Al-Fe, Sb-C сформирована основная тематика института. Однако, в отличие от предыдущих лет, когда основное внимание уделялось улучшению механических свойств, инновационная деятельность теперь в основном посвящена изучению уникальных функциональных композитов, особенно для управления тепловыми режимами, в которых улучшение теплопроводности должно сочетаться с регулированием коэффициента термического расширения (КТР) и со стабильностью при термоциклической нагрузке.

Эта тема недавно изучалась в рамках комплексного проекта 6-й Рамочной программы (FP) ЕС ExtreMat, где IMMM SAS играл важную роль в координации одного из 4-х проектов, посвященных развитию новых радиаторных материалов, обладающих высокими термической стабильностью и тепловой проводимостью. Основное внимание было уделено НИР медных матричных композитов, армированных вольфрамовой проволокой и высокомодульным углеродным волокном. Эти материалы предназначены для изготовления изделий для нового поколения ядерных реакторов с высокой термической стабильностью, а также для различных приложений в силовой электронике, опто- и микроэлектронике.

Дальнейшая деятельность института сосредоточена на разработке и исследовании подвижности в MgLi композитах, армированных короткими волокнами глинозема. Среди перспективных НИОКР- взаимодействие компонентов и фазовые интерфейсы в магниевых композитах, развитие для электротехнических приложений производства керамических свинецсодержащих композитов с использованием расплава и инфильтрации, оптимизация свойств металл - матричных композитов, пропитка углерод-графитовых преформ медью и медными сплавами для изготовления электроконтактных материалов.

В области интерметаллидов работы основаны на оригинальных знаниях по проектированию, направленной кристаллизации и характеристикам сплавов на основе никеля для высокотемпературных приложений. С 1994 года НИР перенаправлены на поиск многофазных интерметаллидов. Дизайн новых прогрессивных многофазных интерметаллических сплавов на основе никеля, разработка уникальных методов обработки интерметаллидов на железной основе и интерметаллических матричных композитов на основе титана. Расширение характеристик микроструктур и свойств этих систем были выполнены в ходе нескольких национальных и международных проектов.

Высокий уровень компетенции IMMM SAS в этой области позволил получить комплексный, управляемый Европейским космическим агентством в рамках 6-й рамочной программы ЕС проект по обработке интерметаллических материалов для использования на Земле и в космосе. Институт координирует исследования основ кристаллизации используемых сплавов. IMMM SAS принимает участие в работах по микрогравитационной кристаллизации, выбору сплава и характеристик механических и микроструктурных свойств разработанных систем.

Одно из основных направлений деятельности института - разработка металлических пен. Некоторые из наиболее важных знаний в области металлической пены включают:

- новые алюминиевые пенные композиты, армированные in situ,
- методы усиления твердого металла пеной (европейский патент EP1611262) [5],
- метод и оборудование для производства вспененных деталей с точными размерами,
- дизайн и производство вспененных панелей, используемых в качестве теплообменников для стен и потолков,
- разработка и производство устройств для крупномасштабного производства армированных алюминиевых панелей,
- компьютерный дизайн для определения пенообразующих свойств различных пенных прекурсоров и производства изделий,
- влияние термической обработки на свойства алюминий пены,
- поведение пенопластовых и пенополиуретановых сэндвичей в условиях циклического нагружения,
- комплексное исследование поглощения звука металлом, пеной и т.д.

Несколько прототипов алюминиевых пен были разработаны, испытаны в промышленных условиях и производятся. Из них изготавливаются ребра жесткости боковой стенки автомобилей Ferrari Modena, поглотители энергии для железнодорожных вагонов, WiFi-окно с расширенным электромагнитным полем. Экранирующая способность таких пен применяется для передачи сигнала в беспроводном Интернете, улучшения поглощения энергии деформации при аварии грузовиков, демпфирования вставки для колеса двигателя внутреннего сгорания с целью снижения вибрации и шума, демпфирования станков для ослабления вибрации Z оси вала, наведенной во время обработки деталей.

В 2006 году началось масштабное производство алюминиевых пен, разработанных IMMM SAS для Audi Q7, которые будут использоваться для повышения безопасности пассажиров. Алюминиевые пены для автомобильной промышленности - это впервые в мире организуемое производство большого объема.

В области наноструктурных сплавов алюминия некоторые из наиболее важных проектов включают:

- разработку новых дисперсий для упрочнения материала на основе горячей экструзии сверхтонкого алюминиевого порошка с высокой прочностью, пластичностью и устойчивостью конструкции до 450 град. С,
- на основе высокопрочного алюминия разработка матрицы уникальных композитов, созданных прессованием сверхтонкого его порошка, армированного высокопрочными лентами для быстрого затвердевания сплавов,
- разработка маршрута уплотнения заэвтектических AlSi сплавов, что обеспечило большие масштабы производства статоров распределительного вала для двигателя BMW (в сотрудничестве с SAIPA profly a.s. Зияр-над-Хроном).

Один из наиболее успешных проектов НИР, координируемых IMMM SAS, проект 7 FP EC SILTRANS - микро- и нанокристаллические силициды - тугоплавкие функционально-градиентные материалы для инновационных транспортных применений. Этот проект координируют доктор Шимачик - директор IMMM SAS и несколько авторитетных зарубежных институтов: из Германии (EADS Deutschland GmbH, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V., доктор Кочинек), Австрии (Cleanair GmbH, Технологический университет, Вена), Швейцарии и Великобритании.

• **Институт исследования материалов САН, Братислава (IMR SAS)**

IMR SAS - один из ведущих институтов Центральной Европы в области порошковой технологии и материалов, включая нано- и керамические матричные композиты. IMR SAS ориентирован на разработку и тестирование новых материалов (физические и механические свойства и процессы деформации и

разрушения различных материалов при низких, комнатных и высоких температурах, новые технологии с потенциалом применения в транспортных, энергетических, информационных технологиях). Основные направления исследований включают:

Современные стали:

- исследование микроструктуры сталей при термомеханических деформациях. Цель работы - анализ и определение влияния микроструктуры и химического состава на прочность, деформацию и разрушение изделия, в том числе срок службы и надежность сталей при различных эксплуатационных условиях.

Передовые порошковые технологии и материалы:

- инновационные подходы (термодинамические расчеты и перенос, моделирование микро-механического поведения) для управления процессами на границах частиц на нано- и микро уровнях с целью улучшения статических и динамических свойств Cr и Mn легированной стали для материалов с нано- и микро- микроструктурой,
- изучение физических и химических процессов модификации поверхности режущего инструмента, нано- и многослойных покрытий для промышленности,

Нано-структурированные материалы:

- исследования взаимосвязи между обработкой, микроструктурой и механическими свойствами объемных нанокристаллических материалов для их применения при высоких температурах,
- моделирование микроструктуры и анализ физико-механических свойств металлических наноконструкций,
- разработка комплекса структурных моделей для проверки реальных материалов,
- ползучесть металлических композиционных материалов, анализ роли межфазных границ, разработка моделей их деформации и разрушения,
- механохимический синтез нанокристаллических металл - матричных материалов.

Структурная и функциональная керамика:

- НИР микроструктур, механических свойств и разрушение современной керамики с керамической матрицей, композиционных, нано- и слоистых композитов и наноконструктивных покрытий для структурных, функциональных и медико-биологических приложений,
- высокотемпературное поведение хрупких материалов - ползучесть, медленный рост трещин, окисление,
- анализ хрупких материалов, их срок службы и надежность, прогноз, деятельность по стандартизации в рамках ЭСИС, CEN и VAMAS.

• **Институт инженеров – электротехников САН, Братислава (IEI SAS)**

IEI SAS занимается фундаментальными и прикладными исследованиями в области полу- и сверхпроводников. Исследования связаны с подготовкой тонких слоев пленки сверх-, полупроводников, их структур для микро- и оптоэлектроники. Используются техника вакуумного напыления и плазменного осаждения, а также химическое осаждение органических паров металлоорганики (LP MOCVD) при низком давлении. Металлургические технологии используются для подготовки объемных ВТСП материалов и сверхпроводников. Значительное внимание уделяется разработке новых конструкций, элементов, приборов и систем компьютерной информации для электроники и электротехники. Результаты публикуются в журнале Electrical Engineering, издаваемом совместно со словацким техническим университетом.

• **Институт физики САН, Братислава (IP SAS)**

Основная задача IP SAS - фундаментальные теоретические и экспериментальные исследования по физике. Область исследований - физика твердого тела, квантовая оптика, атомная и субатомная физика. В физике твердого тела усилия ориентированы на быстро отверждаемые материалы, например, металлические стекла, тонкие и многослойные пленки, специальные методы диагностики с использованием спектроскопии глубоких переходных уровней, позитронной аннигиляции, сканирующей зондовой микроскопии, измерения теплофизических свойств, атомно-абсорбционной и эмиссионной спектроскопии, рентгеновской дифрактометрии и рефлектометрии. Исследования твердого состояния сконцентрированы на низкоразмерных системах, фазовых переходах и квазикристаллах. В теоретической квантовой оптике исследуются неклассические свойства оптических полей (сокращение квантовых

колебаний, квантовая запутанность, создание и разрушение квантовой когерентности) в нелинейных квантово-оптических параметрических процессах. В атомной и субатомной физике исследуются ядерная структура, феноменология высокой энергии столкновения, свойства спектров.

• **Институт неорганической химии САН, Братислава (IICH SAS)**

Миссия IICH SAS – фундаментальные исследования неорганической и бионеорганической систем, направленные на создание новых материалов и технологий. Воспитание новых ученых в соответствующих областях в рамках программы, утвержденной Министерством образования Словакии, вклад в НИР в областях, представляющих интерес для Республики и за рубежом, опыт и сотрудничество с университетами, коммерческими и некоммерческими организациями. Исследования включают выяснение взаимосвязи состава и структуры неорганических соединений: современная керамика, литые системы и гидросиликаты.

• **Институт полимеров САН, Братислава (PI SAS)**

Исследования PI SAS сосредоточены на создаваемых и спонтанных структурных изменениях полимеров в связи с их свойствами. Проекты направлены на внедрение функциональных групп, прививку, кросс-связывание, тепловую и световую стабилизацию полимеров, изучение механизма эмульсионной полимеризации, подготовку новых полимерных материалов на основе смесей полимеров и композиционных материалов, материалов для биотехнологии и биомедицины. Изучение проводится с использованием жидкостной хроматографии. Исследуется термодинамика полимерных систем, конформация и мобильность полимерной цепи синтетических полимеров и биополимеров. Разрабатываются новые методы хроматографического разделения и характеристики полимерных систем.

• **Институт строительства и архитектуры САН, Братислава (ICA SAS)**

ICA SAS выполняет фундаментальные и прикладные исследования и новые разработки в строительстве и архитектуре. Более чем за сорок лет в институте проведены теоретические, численные и экспериментальные исследования для специалистов, компаний и предприятий, участвующих в проектировании конструкций, механики, архитектуры, дизайна, материалов, зданий и конструкций для гражданского строительства и строительной науки в целом.

• **Институт измерительных наук САН, Братислава (IMS SAS)**

IMS SAS - научное учреждение, деятельность которого охватывают основные области фундаментальных и прикладных исследований: теория измерения и математико-статистические методы обработки результатов; измерение ряда физических величин; измерительные системы для биомедицины, математическое и компьютерное моделирование бионических конструкций и процессов, биосигнальная обработка; измерения и системы для нестандартных измерительных задач в научно-исследовательских и отраслевых приложениях, разработка уникальных измерительных систем. Кроме фундаментальных исследований. IMS SAS ориентирован на решение задач, влияющих на промышленный домен: измерительные системы для пространственной стабильности крупных энергетических объектов; комплексы автоматического измерения некоторых физических величин (температура, давление, ИК - излучение) в режиме реального времени; томографические методы и приборы неразрушающего исследования структурных изменений 3D объектов на основе ядерного магнитного резонанса; магнитометрические системы SQUID для низкой концентрации ферромагнитных материалов в биологических структурах; многоканальные системы сканирования электрической активности сердца и желудочно-кишечного тракта человека с использованием поверхностных электродов.

• **Институт геотехники САН, Кошице (IG SAS)**

Основные направления исследовательской деятельности IG SAS:

- фундаментальные процессы при непрерывной дезинтеграции горных пород и стабильность подземных сооружений, транспорта, использование энергии и массы при дезинтеграции горных пород;
- фундаментальные свойства твердых дисперсий, изменения в физических, механических, химических и биотехнологических процессах;
- качественная и количественная оценка взаимодействия в дисперсных системах и их распространение в среде;

- применение теоретических знаний для улучшения технологий в следующих областях: дезинтеграция горных пород, переработка полезных ископаемых, мониторинг окружающей среды, химические и геологические изменения в хранилищах отходов и их экологическое оживление.

• **Институт технологии САН, Братислава (IT SAS)**

IT SAS был создан в 2008 году десятью институтами-партнерами САН и около 250 учеными. Цель создания - поддержка передачи технологий в области новых прогрессивных материалов. Основная задача партнерства - содействие в междисциплинарных исследованиях материалов, применимых в широкой области естественных наук, поддержка инноваций и прикладного потенциала заинтересованных научно-исследовательских учреждений. НИР в инновационной деятельности реализуются в четырех центрах компетенции в области многофункциональных материалов и нанотехнологий. Многофункциональные и новые строительные материалы, имеющие различные атрибуты и функции в данной системе. Нанотехнологии обеспечивают новые возможности для подготовки многофункциональных материалов в нанометровом масштабе.

Центры компетенции, входящие в IT SAS:

- СС НАНО - нано-материалы и нано-технологии,
- СС ЭЛЕКТРО - материалы, электроника и электротехника,
- СС-МАТЕР - конструкционные материалы,
- СС EXTMATER - материалы для экстремальных условий эксплуатации.

СС НАНО сотрудничает с IP SAS в изучении фундаментальных физических процессов на мезо- и нано-уровнях, изучает особенности электроники и магнитных структур на основе конструкционных компонентов при очень низких температурах и больших магнитных полях. Основной упор делается на магнитных свойствах наночастиц, изделий наноразмерной электроники и спинтронных структур.

СС ЭЛЕКТРО исследует материалы и конструкции с целью их использования в электронике и электротехнике. Моделирование переноса структур и анализ электромагнитных эффектов в композиционных материалах служат для подготовки мезоскопических структур. Конструкции и компоненты разрабатываются на основе:

- GaN, III-V полупроводников
- оксидных поверхностей для коммуникационных технологий, датчиков, элементов памяти,
- сверхпроводящих материалов для приложений на высоких токах нагрузки,
- биосенсоров на основе самособираемых структур,

СС-МАТЕР - сотрудничает с IMMM SAS. Его деятельность фокусируется на НИР новых композиционных, нано-композиционных и нано-структурированных материалов для промышленного применения в строительной индустрии, машиностроении, главным образом жестких конструкций и систем, таких как:

- устойчивость к истиранию оптических слоев,
- многофункциональные наноструктурированные покрытия, пленки для нано-катализа и предотвращения коррозии систем,
- пластиковые материалы с пониженными энергетическими и экологическими весовыми характеристиками,
- биоразлагаемые и перерабатываемые материалы,

СС EXTMATER координируется с IICH SAS. Работы направлены на НИР новых композиционных, нано-композиционных и нано-структурированных материалов для экстремальных условий, например, ультра-легких материалов высокой жесткости структурных элементов и систем на основе градиентного субмикронного порошка или поверхности, защита нано-материалов и покрытий; моделирование и подготовка композиционных материалов.

• **Словацкий технический университет в Братиславе (STU)**

STU относится к современным образовательным и научным учреждениям. С момента основания в 1937 году более 125 тыс. студентов закончили его. В среднем, ежегодно 19 тыс. студентов обучается в университете, который состоит из семи факультетов. Все факультеты обеспечивают исследования по аккредитованным учебным программам в рамках системы - бакалавриат, магистратура, аспирантура. В научно-исследовательской деятельности в университете успешно реализуется программа ЕС.

STU - НИР-ориентированный университет. За время существования он внес значительный вклад в развитие научных знаний, их обогащение и использование на благо человечества.

Университет проводит исследования во всех областях, в которых дается образование. НИР проводятся в архитектуре, гражданском строительстве, геодезии, картографии, химической технологии, пищевой промышленности, машиностроении, электротехнике, электронике, информационных и коммуникационных технологиях, прикладной физике, математике, экономике, социальных науках.

Факультет материаловедения и технологии (FMST) в Трнаве четко воспринимает университетскую систему образования на всех трех этапах с приоритетом в материаловедении и технологии производства. Обеспечивает передачу результатов НИР в учебный процесс и предпринимательскую практику. Выпускники могут получить степень магистра в инженерно-технических материалах, развитии их производства, технологической обработке промышленных товаров, а также в контроле их качества и диагностике, влиянии химического состава и структуры на механические и физические свойства материалов. Лица, получившие PhD, хорошо знакомы с методами НИР и процессами. Это позволяет вести разработку проблем в области инженерных материалов и находить нестандартные решения. Они знают этические и социальные аспекты научной работы, правила представления результатов, понимают отношения между НИР - производством - реализацией - переработкой. НИР исследования факультета ориентированы на следующие направления:

- НИР и технологическая обработка базовых и новых технически прогрессивных материалов,
- НИР новых технологий промышленного производства, ориентированных на технологическую обработку современных инженерных материалов и экологически чистых продуктов,
- идентификация, автоматизация и управление, информационная поддержка технологического производства,
- разработка и проверка руководящих принципов управления и их организационных структур,
- контроль качества и сертификация продукции и процессов,
- безопасность и надежность технологического оборудования и систем с упором на анализе используемых методов.

Факультет инженерной механики (FME) проводит НИР, которые помогают ответить на вопрос: как лучше использовать людские ресурсы и тот мир, в котором мы живем. Программа охватывает широкий спектр технологических областей, определенных аспектов экономики и окружающей среды. Высокая профессиональная компетентность и репутация факультета создают основу для привлечения внимания различных компаний и отраслей к решению ряда задач промышленного дизайна, планирования производства, управления процессами, технического обслуживания оборудования, а также других путей решения проблем. В помещениях факультета создан Технологический инкубатор. По инициативе и при поддержке ряда компаний из Словакии и из-за рубежа будут реализованы другие важные проекты, например, Центр качества технологического перевода, Центр образования для Peugeot и Citroën, Консультационный центр по машиностроению.

Факультет электротехники и информационных технологий (FEEIT) имеет самый высокий в Братиславе уровень в подготовке выпускников по бакалаврским и магистерским учебным программам с адекватным теоретическим и практическим уровнем. Факультет обеспечивает подготовку академически образованных специалистов. Аспирантура дает научную подготовку специалистам - менеджерам для занятия соответствующих постов в компаниях и учреждениях, экспертов по НИР в электротехнике и информационных технологиях. Миссия факультета в перечисленных областях - предоставление преподавателей и исследователей с соответствующим интеллектуальным потенциалом. Это обеспечивает максимальный мультипликативный эффект. Факультет со своей стороны должен быть в первую очередь ориентирован на важнейшие направления НИР:

- электроника, электротехника и их приложения,
- автоматизированные системы и методы их контроля,
- энерго- и ядерная энергетика,
- информационные и телекоммуникационные системы и технологии.

Инженерно-строительный факультет (FCE) в Братиславе обеспечивает высокий уровень образования в области гражданского машиностроения на основе традиционных для Словакии культурного

наследия и новейших научных знаний. Выпускники FC Еквалифицированы для дизайн-проектов, подготовлены к управлению конструированием зданий и сооружений гражданского назначения, являются квалифицированными специалистами в области управления водными ресурсами и могут контролировать деятельность в области геодезии и картографии. Они в состоянии занимать должности в инвестиционной и экономической сферах, в научно-исследовательских и образовательных учреждениях, выполнять предпринимательские функции в гражданском строительстве.

Факультет химической и пищевой технологии (FCHFT) в Братиславе воспитывает выпускников, способных работать в химической и пищевой технологиях. В аспирантуре и докторантуре он готовит специалистов в химических и технических науках. FCHFT имеет широко ориентированные научные программы, нацеленные на развитие основных научных направлений в области химии, химической технологии и пищевой промышленности. Такая обширная научно - ориентированная НИР деятельность позволяет проводить качественное обучение студентов и обеспечить их быструю адаптацию к требованиям промышленности.

• Университет Комениус в Братиславе (CU)

CU - старейший университет в Словакии. Он был основан в 1919 году и унаследовал традиции Academia Istropolitana, созданной в 1465 году в Братиславе венгерским королем Матьяшем Корвином. В качестве учреждения высшего образования он стремится стать членом ведущих европейских центров академического совершенства. В качестве международно-ориентированного, университет преследует основные стратегические цели:

- сохранять и развивать идентичность научно-исследовательского и преподавательского учреждения высшего международного качества,
- обеспечить создание образовательной среды, поддерживающей исследования по широкому спектру учебных дисциплин,
- наращивать научное и культурное видение общества, а также его экономическое благополучие.

Как Центр совершенства университет уделяет особое внимание тому, чтобы его студенты проходили обучение и проводили исследования под руководством выдающихся экспертов - исследователей и преподавателей.

Как большинство старых учебных заведений CU особенно дорожит своей интеллектуальной и универсальной связью со всей словацкой нацией, где он имеет свои корни и в то же время обеспечивает основу, из которой будет развиваться широкий международный кругозор, обеспечивающий развитие и индивида и Словакии в целом.

Факультет математики, физики и информатики (FMPI) в Братиславе способствует миссии университета по укреплению творческих знаний, образованию и исследованиям в области математики, физики и информатики. Он обеспечивает НИР во всем диапазоне вышеуказанных дисциплин. Обучение на FMPI основано на новейших знаниях в области науки и техники, включая результаты собственных исследований. Студентам предлагаются отличные условия для учебы по широкому спектру программ. НИР в области материаловедения являются одной из предпочтительных целей отдела экспериментальной физики FMPI CU. Научно-исследовательская деятельность ориентирована на изучение полей, физики твердого тела, оптики и лазеров, радиофизики и физики плазмы.

В физике твердого тела применяются технологические и экспериментальные процедуры для изготовления и анализа микро- и наноструктур для криоэлектроники и датчиков, также разработаны и исследованы новые диэлектрические, полупроводниковые, сверхпроводящие и композиционные материалы. Экспериментально и теоретически изучались мезоскопические квантовые и туннельные эффекты для компьютерной информации, применяемыми в квантовых компьютерах и детекторах частиц. Использовались теоретические подходы при исследовании сильно коррелированных электронных систем и нетрадиционной сверхпроводимости. Еще одним направлением исследований в физике конденсированных сред представлено компьютерное моделирование. Здесь основной акцент делается на изучении индуцированных давлением фазовых превращений в кристаллах с использованием оригинального динамически ориентированного подхода.

Это НИР актуально для прогнозирования кристаллической структуры в физике высоких давлений. Результаты важны для геофизики и материаловедения.

• Университет г.Зилина (UŽ)

UŽ - единственный университет в северо-западном регионе Республики и уникален для нее, так как это имеет давние традиции по обеспечению образования в области транспорта и коммуникаций. Кроме того, в последнее время он стал образовательным учреждением с широким профилем во многих областях естественных наук, техники, экономики управления и образования.

UŽ тесно сотрудничает с транспортными, телекоммуникационными и промышленными компаниями, а также государственными и частными организациями Центрально-Европейского региона. Университет способствует технологическому и эксплуатационному развитию транспортной и телекоммуникационной систем, сетей и услуг, как основных условий будущего экономического и социального процветания Словакии.

Факультет Инженерной механики (FME) UŽ предлагает техническое образование и готовит специалистов, способных решать сложные технические проблемы с учетом социальных, этических, экономических, экологических, культурных и исторических вопросов.

Факультет состоит из 10 департаментов, которые в сотрудничестве с другими частями университета обеспечивают качественный педагогический процесс и результативную научно-исследовательскую деятельность. Кафедра материаловедения ведет научные курсы на трех факультетах университета и сертифицирована в плане инженерной специализации. Кафедра выпускает полностью подготовленных инженеров - специалистов, способных осуществить выбор, контроль, производство и переработку металлических и неметаллических конструкционных материалов, разработать новые материалы с особыми свойствами.

Студенты кафедры механики и прочности материалов изучают основы механики деформируемого твердого тела, вычислительную механику для исследования твердых тел, жидкостей; теоретические и численные основы и принципы моделирования и оптимального проектирования, экспериментальные методы изучения механики и надежности механических систем. Кафедра решает проблемы в области линейной и нелинейной статики и динамики структур, динамики жидкостей, взаимодействия твердое тело - жидкость, дизайн, прочности материалов. Экспериментально исследуются статические и квазистатические характеристики материалов.

Подразделение по технологическому инжинирингу осуществляет исследования в технологии машиностроения и материалов. Образование, исследования и научная деятельность в нем сосредоточены на технологиях обработки. Предлагается изучение технологий механообработки и сборки изделий, основ механического производства, технологий без удаления стружки и другие предметы общего назначения сроком от одного до трех лет. В последние один-два года проводятся специализированные исследования по двум направлениям: обработка и производство в машиностроении, проблемы механики. Теория механической обработки, штамповка, сварка, литье создают основу для выбора студентами тем исследований.

Факультет электротехники (FEE) UŽ ориентирован на решение технических аспектов транспортной отрасли и активно поддерживает информационные и коммуникационные технологии. Особенно это касается области информационных и коммуникационных систем, сетей и услуг, развития электросетевых полупроводниковых систем и современных методов контроля электрических сетей. Растет объем исследований междисциплинарного характера, а именно, в мехатронике и биомедицинской инженерии.

НИР Инженерно-строительного Факультета (FCE) UŽ ориентирована на решение теоретических проблем проектирования транспортных сооружений, использование новых технологий в строительстве, моделирование, анализ деформаций на основе численного моделирования. Значительные результаты были достигнуты в теоретическом анализе, диагностике транспортных сооружений, подвергающихся динамической нагрузке.

• Технический университет Кошице (TUKE)

TUKE обеспечивает формирование научной и технологической баз знаний, нововведений и рабочей силы, с целью обеспечения устойчивого будущего и высокого качества жизни выпускников. Это достигается в результате проведения инновационных исследований и хорошего образования по всем отраслям науки на соответствующих факультетах.

Факультет металлургии (FM) TUKE ориентирован на следующие НИР:

- производство чугуна и стали,
- ковши для металлургии стали и непрерывная разливка,
- металлургия цветных металлов,
- современные машины и технологии литейного производства,
- формирование изделий из металлов,
- металлы для отделки и защиты,
- огнеупорные материалы, их производство и применение,
- топливно-энергетический баланс тепловых процессов и агрегатов,
- эффективное использование энергетических ресурсов,
- экологические аспекты металлургического производства,
- переработка и утилизация отходов,
- НИР новых инженерных материалов, передовые технологии,
- разработка новых методов оценки свойств материалов,
- физическое и математическое моделирование процессов,
- контроль качества и окружающей среды, ее защита на промышленных предприятиях.

НИР факультета машиностроения (FME) основана на работах по грантовым проектам, а также решении задач, вытекающих из реальной технической и производственной практики. Некоторые из важных проблем:

- исследование технических возможностей поддержки тяжелых структур
- риск-менеджмент в сложных логистических системах,
- прототип двухступенчатой турбины нового типа,
- модернизация и автоматизация газовой котельной,
- реконструкция и создание инновационной продукции в машиностроении,
- новые технологии в производстве и эксплуатационные процессы, конкретные приложения
- новые приложения и реализация СА-технологии, программные продукты - отдельные виды деятельности,
- подготовка инжиниринговых компаний и технологий для инноваций,
- системы реабилитации разбитых параличом пациентов,
- системы ухода за с неподвижными пациентами,
- экспериментальные стенды для испытательных методов вождения: системы и модули.

НИР факультета электротехники и информатики (FEE) реализуются в форме научных и научно-технических проектов, охватывающих широкий спектр дисциплин, которые делятся на три основные группы:

- электротехника и электроэнергетика,
- информатика, автоматизация и телекоммуникации,
- физика Земли и Вселенной.

Строительный факультет (FCE) концентрирует НИР деятельность на проектах, направленных на передачу знаний и технологий в практику в следующих областях:

- архитектурные, структурные, технологические и экономические аспекты для обеспечения энергоэффективности зданий,
- развитие прогрессивных технологий по утилизации отходов в дорожном строительстве,
- эффективные системы сбора дождевой воды и ее использования,
- передовые разработки и технологии в области дорожного строительства.

НИР факультета авиации (FA) ориентирована на фундаментальные и прикладные исследования по авиации, оборудованию и эксплуатации воздушных судов, аэродромов поддержки военно-воздушных операций. Они покрывают широкий спектр отраслей, включая авиационную, электронную технику, машиностроение и управление воздушным движением. Среди основных направлений, например, моделирование виртуальной реальности и визуализация режимов авиационных двигателей, самолетов, летных тренажеров и т.д.

• **Международный Лазерный Центр, Братислава (ILC)**

ILC был основан в 1997 году по указу Правительства Словацкой Республики # 652/96, в качестве независимой бюджетной организации с целью создания базовой организации по лазерам и лазерным тех-

нологиям. ILC - междисциплинарная научная организация для стимулирования совместных исследований в области прогрессивных методов и технологий фотоники, их применения в промышленности и здравоохранения. ILC создан как независимое исследовательское и образовательное учреждение на базе факультетов электротехники и информационных технологий, математики и физики CU, в сотрудничестве с МГУ им. Ломоносова. Создание ILC было направлено на построение эффективного исследовательского центра, оснащенного современным лазерными и оптоэлектронными технологиями.

ILC обеспечивает междисциплинарные НИР во всех областях лазерной техники и фотонных технологий в сотрудничестве со словацкими университетами, академическими институтами и индустрией. ILC осуществляет эту миссию через стимулирование научных, инженерных, биомедицинских талантов. Задачи ILC:

- реализация актуальных научных и технологических проектов, сотрудничество с ассоциированными учреждениями;
- предоставление платформы для передачи технологии и создания контактов между учеными, инженеры и другими специалистами для обмена научно-техническими результатами, консультационные и информационные услуги в области фотоники, презентации разработок;
- сотрудничество с университетами в общем и последующем образовании, охватывающем применение лазеров и оптоэлектроники в микроэлектронике, медицине, промышленности; организация обучения, курсов и семинаров.

• **BASF словацкий полиуретан s.r.o., Malacky**

BASF- ведущий поставщик решений с использованием полиуретана. Имеет свою глобальную сеть из 38 центров по полиуретанам с полным спектром продуктов и услуг. BASF является привилегированным партнером клиентов во многих отраслях промышленности. С помощью своей сети он обеспечивает быструю поддержку на местах от технического обслуживания и продаж, производства и маркетинга до разработки индивидуальных решений. BASF сохраняет лидирующие позиции в производстве полиуретановой продукции во всех регионах мира. «BASF словацкий полиуретан» - один из крупнейших мировых производителей полиуретановых изделий- важной универсальной пластмассы, используемой для производства широкого спектра жестких, гибких, вспененных и компактных компонентов потребительских товаров, в автомобильной, строительной, обувной промышленности и в бытовой технике.

• **BSH Приводы и Насосы, s.r.o., Михайливы**

BSH Приводы и Насосы Ltd. - дочерняя компания BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH (BSH), крупнейшего производителя бытовой техники в Европе и одной из ведущих компаний в этой отрасли в мире. Компания возникла из совместного предприятия, созданного Robert Bosch GmbH (Штутгарт) и Siemens AG (Мюнхен). На BSH работает 41 завод в 13 странах Европы, в Латинской Америке и Азии, в США. Вместе с глобальной сетью продаж и обслуживания клиентов BSH состоит из около 70 компаний в 46 странах, с общим числом сотрудников около 43 тыс. человек. В ее портфеле бренды основных марок Bosch и Siemens. BSH обслуживает индивидуальных пожеланий потребителей. Четыре региональных бренда обеспечивают ее широкое присутствие в своих странах. Ассортимент продукции охватывает большие и малые бытовые приборы для различных целей.

• **Центрально-Европейский институт Технологий, Зелина (CEIT SK)**

CEIT SK - динамично развивающаяся компания, специализирующаяся на НИР для промышленности. Ее специалисты имеют большой опыт в области машиностроения, информатики и электротехники. Они разрабатывают инновационные решения с использованием новейших технологий. Из реализуемых проектов следует упомянуть:

- 3D параметрическое моделирование и моделирования на основе концепции цифрового фактора,
- инновационный модуль для интерактивного 3D проектирования производственных систем на основе концепции цифрового фактора,
- НИР по созданию интеллектуальных подшипников для ветряных электростанций,
- анализ ограничений и допущений для эффективных и безопасных модульных станций,
- разработку on-line систем мониторинга, контроля и анализа логистических устройств.

• **КОБА автоматика s.r.o., Теховаá**

Это дочернее предприятие компании КОБА International Ltd., которая является частной группой по производству и распространению бизнеса. Основные направления деятельности - вложения в проек-

тирование, производство и распределение термопластичной продукции. КОБА International Ltd. специализируется в области экструдирования термопластичных труб и профилей, производства широкого спектра материалов. Она предоставляет клиентам поддержку на стадии проектирования и разработки, а затем обеспечивает обслуживание серийного производства по мировым стандартам качества.

• **Danubia Нанотехнологии, s.r.o., Братислава**

Это стартаповая компания, объединяющая команду высококвалифицированных сотрудников с широким опытом в области нанофизики, имеет тесные связи с некоторыми из лучших центров НИР в Европе. Область специализации включает:

- изготовление углеродных нанотрубок (УНТ) в дуговом разряде и методом лазерной абляции,
- очищение изготовленных УНТ с помощью центрифуги,
- окончательная характеристика материала с использованием Рамановской и оптической спектроскопии, рентгеновской дифракции (XRD), атомно-силовой микроскопии (AFM), измерения электрических параметров и теплопроводности,
- смешивание чистых УНТ с различными полимерами для получения композиционных материалов с высокой электрической и тепловой проводимостью и механическими характеристиками,
- производство прозрачных проводящих УНТ с большим потенциалом приложений (датчики, полевые транзисторы),
- компьютерное моделирование (теории функционала плотности, полуэмпирические методы, визуализация данных, электронные и фононные группы-структуры).

• **Delta Electronics (Словакия) , s.r.o., Над-Вагом Váhom**

Delta Group - крупнейший в мире поставщик импульсных источников питания и DC бесщеточных приборов, а также основной источник решений для компонентов, визуального отображения информации, промышленной автоматизации, сетевых продуктов и возобновляемых источников энергии, управления энергетическим менеджментом. Delta Group имеет офисы продаж по всему миру и заводы в Тайване, Китае, Таиланде, Мексике, Индии, странах Европы. Как мировой лидер в силовой электронике, компания предоставляет лучшие инновационные, экологичные и эффективные энергетические решения на будущее. Delta Group активно работает по защите окружающей среды и реализовала программы управления отходами. Производство компании в Над-Вагом оснащено современными технологиями для изготовления сложных энергетических продуктов, компонентов систем питания (выпрямители, инверторы, блоки управления, солнечные преобразователи), а также комплексные энергетические системы. Эти продукты обеспечивают высокоэффективные источники питания для телекоммуникаций, IT, промышленной автоматизации и медицинского оборудования. Концепция производства Delta Electronics Ltd. основана на реализации надежных инновационных разработанных решений согласно потребностям клиента. Современное предприятие в Над-Вагом включает взаимодействие качественного оборудования, структурированных процессов и опытных и квалифицированных кадров. Амбициозный план - стать центральным офисом Delta в Восточной Европе по производству и обслуживанию.

• **EDAG Slovakia s.r.o., Братислава**

EDAG Group - крупнейший в мире независимый инжиниринговый партнер, разрабатывающий готовые решения для производства. EDAG Group охватывает всю цепь разработки целостных концепций мобильных и возобновляемых источников энергии для промышленности. Ассортимент продукции EDAG Group включает использование энергии ветра, фотоэлектрические батареи и системы, применение энергоэффективных заводов в машиностроении, создание интеллектуальных систем зарядки электрических транспортных средств.

• **ELEKTROKARBON a.s., Topoľčany**

Основная деятельность компании - производство и продажа полуфабрикатов и изделий из углеродных материалов. Дополнительные производственные программы направлены на создание продуктов на основе термореактивной пластмассы с углеродными наполнителями. Компания, основной акционер которой HTC Holding Inc., имеет собственное учреждение НИР, включая и испытательную лабораторию-производство на основе углерода. Цель компании - продолжить производство углеродной продукции, стабилизировать качество и реализовать ассортимент в соответствии с текущими требованиями клиентов.

Основные бизнес-направления:

- НИР, производство и потребление углеродных материалов и изделий,
- производство контактов из редких и цветных металлов,
- проектирование, производство и продажа инструментов, машин и запасных частей,
- физико-химический анализ проб, обработка сырья и полуфабрикатов,
- производство и продажа специальных реакторных пластиков, пластмассы, смолы,
- НИР по разработке контактов из редких и цветных металлов,
- сотрудничество по сборке электродвигателей и деталей,
- производство и реализация медных проводов,
- НИР для производства машин и оборудования для обработки углеродистых и металлических материалов и изделий из древесины.

- **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ a.s., Братислава**

Специализация компании - производство - сертификация - консалтинг в области современных технологий сварки, резки и термообработки материалов. Сфера ее деятельности включает:

- Технология сварки и автоматизация:
 - НИР в области высоких технологий и высокопроизводительных сварочных процессов,
 - исследования и поставки оборудования для электронно-лучевой сварки, центров плазменной резки, роботизированных сварочных комплексов, сварочного оборудования, вибраторов для снижения остаточных напряжений,
 - услуги по электронно-лучевой сварке, лазерной обработке, классические технологии дуговой сварки, плазменной резки, пайки, вибрационной обработки,
 - ремонт оборудования в области ядерной энергетики.
- Диагностика и исследования:
 - материал для диагностики,
 - лаборатории прочностных исследований и металлографии.
- Области сертификации и образовательной деятельности в сварке:
 - курсы для повышения квалификации в области сварки,
 - курсы неразрушающего контроля сварных соединений,
 - курсы по системе менеджмента качества,
 - школы по сварке.
- Издательская деятельность:
 - профессиональный журнал СВАРЩИК,
 - литература в области сварки.

- **HTP Slovakia s.r.o., Врбле**

Это дочерняя компания HTP High Tech Industries AG из Верхней Австрии, которая является международной технологической группой, специализирующейся в области облегченных конструкций, инженерных и энергетических технологий. Группа имеет приблизительно 1,5 тыс. сотрудников в 16 филиалах и производит продукцию высоких технологий, обеспечивающих мобильность, обеспечивает надежную инфраструктуру и надежное энергоснабжение. HTP Словакия предоставляет комплексные услуги по литью под давлением из полимеров, включая анализ на технологичность, дизайн, выбор компонентов, предложение альтернативных материалов и технологий, производство форм, предложение логистических решений.

- **HTS BB s.r.o., Vlkánová**

HTS BB предоставляет услуги в области термической и химико-термической обработки металлов для маленьких и больших клиентов. Ее конечная цель - удовлетворить требования всех клиентов и построение долгосрочных партнерских отношений.

- **INTEGRITA V BEZPEČNOSŤ OCEĽOVÝCH KONŠTRUKCIÍ a.s., Братислава (IBOK)**

IBOK Inc. - специализируется в области исследования поведения материалов в различных условиях эксплуатации с точки зрения безопасности промышленных конструкций и машин. Решения основаны на сочетании технологий в том числе сварки, металлургии, материалов и численного анализа. IBOK Inc. может найти оптимальное решение проблем, возникающих из-за дефектов или неправильного использования материала. В случае возникновения ошибки IBOK Inc. оценивает ее значимость с точки зрения

безопасности работы оборудования в целом. Если необходимо, предлагаются технологические процедуры для ремонта или, если потребуется, осуществляется такой ремонт.

• **KraussMaffei Technologies s.r.o., Sučany**

Предприятие - один из ведущих мировых производителей машин для переработки пластмасс. Единственная компания, поставляющая оборудование, охватывающее ключевые технологии переработки пластмасс и каучука. В качестве технологического партнера компания использует основные технологические ноу-хау с инновационной составляющей, чтобы предоставить специализированные и интегрированные решения. Группа продает свою продукцию под рядом брендов. KraussMaffei - весь спектр технологий отливки. KraussMaffei Berstorff специализируется в решениях по экструзии. Ее швейцарская дочерняя компания Netstal прочно утвердилось в качестве поставщика машины для высокоточного литья под давлением. НИР всегда играли ключевую роль в успехах компании. Она постоянно инвестирует в эту деятельность, и НИР по сути связанные с практическими приложениями. Компания выходит по всему миру с комплексной экспертизой в трех основных технологиях обработки - литьем под давлением, экструзией и реакционным литьем и предоставляет решения, включающие инновационную составляющую для производств «под ключ» и комплексные системные решения. Предприятие разрабатывает и ориентированные на будущее системы, продукты и услуги, обеспечивающие повышение практической отдачи для клиентов и одновременно снижающие затраты средств, времени и усилий.

• **Magneti Marelli Slovakia s.r.o., Братислава**

Филиал международной компании, разрабатывающей и производящей высокотехнологичные системы и компоненты для автомобильной промышленности. Сама компания основана в Италии (Corbetta, Милан). В компании около 32 тыс. сотрудников, работающих на 77 производствах, в 11 НИР центрах и 26 центрах внедрения. Группа имеет представительства в 18 странах и поставляет комплектующие всем ведущим производителям автомобилей в Европе, Северной и Южной Америке, Азии. Magneti Marelli подтверждает свою миссию отличных автомобильных компонентов и сосредотачивает усилия на разработке интеллектуальных систем активной и пассивной безопасности автомобиля. Деятельность Magneti Marelli структурируется по следующим направлениям: освещение, электронные системы, трансмиссии, подвеска, выхлопные системы, услуги для рынка автоспорта.

• **ON полупроводники Словакия, a.s., Братислава (ONS)**

ON полупроводники - ведущий поставщик высокопроизводительных полупроводниковых решений для энергоэффективной электроники. Компания поставляет широкий ассортимент источников питания и систем управления, логики, дискретных и пользовательских устройств, помогает эффективно решать задачи в автомобильной промышленности, связи, вычислительной технике, потребительских промышленных товарах, светодиодном освещении, в медицинской, военной и аэрокосмической промышленности, в приложениях для органов власти. Компания работает на мировом уровне, имеет производственные мощности, офисы продаж и дизайн - центры в ключевых рынках Северной Америки, Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона. Штаб-квартира корпорации находится в городе Феникс, (штат Аризона). Направления деятельности ON полупроводники:

- поставка энергоэффективных решений для более экологичного мира,
- предоставление широкого спектра продукции и решений,
- помощь клиентам в решении их проблем,
- проведение работ на мировом уровне, снижение добавленной стоимости поставок.

• **Целлюлозно-бумажный научно-исследовательский институт, Братислава (PPRI)**

В исследованиях PPRI ориентирован на производство целлюлозы (снижение расхода сырья, химических веществ и энергии, воздействия на окружающую среду), технологиях отбеливания целлюлозы (экологическое решение при минимальных производственных затратах), восстановление химических веществ и энергетики в производстве целлюлозы, решение экологических проблем и процесса варки целлюлозы в химическом машиностроении.

• **SAPA profily a.s., Žiar nad Hronom**

SAPA profily Inc. - традиционный производитель алюминиевых экструдированных профилей. Компания хорошо известна на чешском и словацком рынках в своей области и у клиентов в области электротехники, транспорта, строительства, общего машиностроения и телекоммуникационной отраслей. Это

динамично развивающаяся компания с производством и с человеческим потенциалом. Последние клиент ориентированные инвестиции обеспечивают повышение эффективности мероприятий, более высокую производительность и улучшение обслуживания клиентов. Технология горячей экструзии дает возможность производить в результате использования лишь несколько простых операций, а также сложных алюминиевых профилей с точными размерами и качеством поверхности. Алюминиевый профиль используется при помощи конструкторов и дизайнеров для создания новых решений, которые удовлетворяют практически ожиданиям и надеждам любых клиентов. Для оптимизации стоимости необходимы глубокие знания свойств алюминия и имеющихся производственных возможностей, которая компания предоставляет клиентам. Филиал Института материалов и механики машины CAH - INOVAL - инновационный центр по обработке алюминия (www.inoval.sav.sk) работает очень интенсивно с компанией. Он был учрежден недавно для передачи знаний, приобретенных при проведении НИР IMMM SAS в области алюминия и его сплавов, в промышленность региона Зиар над Хроном.

• **SPINEA s.r.o., Prešov**

Это современная частная инженерная компания, активно работающая в области исследований, разработок, производства и продажи высокоточных редукторов с постоянным коэффициентом. Деятельность компании направлена на разработку и производство:

- TwinSpin (высокоточные коробки передач с радиально-упорными подшипниками, интегрированными в компактное устройство); решение защищено несколькими международными патентами,
- RotoSpin - подшипниковые редуктора TwinSpin®, которые могут поставляться без привода с нужными размерами и подключаться с электроприводом в соответствии с требованиями заказчика,
- DriveSpin - TwinSpin соединение с приводом в компактном блоке.

• **Вена International s.r.o., Мартин**

Компания специализируется в области проектирования, разработки и производства штамповкой металлических деталей, поставки необходимого оборудования и металлических частей сборок. Вена International Ltd. обеспечивает точность обрабатываемых деталей и компонентов в диапазоне малых и средних величин, небольших сварных конструкций и приспособлений. Целевые отрасли промышленности - автомобилестроения, электроника и оборудование обрабатывающей промышленности.

• **VUJE a.s. Исследовательский Институт АЭС Inc., Трнава**

Инжиниринговая компания. Осуществляет проектирование, поставку, реализацию, научные и учебные мероприятия в области ядерных и обычных электростанций. Компания создана в 1977 году как государственный НИИ. В 1994 году он был преобразован в акционерное общество, акции которого принадлежат компании и бывшим работникам. Переход от государственной к 100% частной компанией, означает также изменение в ее деятельности - переход от первоначальных исследований к инжиниринговой активности. В результате в настоящее время реализуются крупные проекты, в основном, в атомной энергетике. Компания выполняет все виды деятельности по проектированию, строительству, эксплуатации, реконструкции следующих энергетических систем:

- АЭС, ГЭС, электростанций на ископаемом топливе и отопительных котельных на угле, газе и нефти, электростанций и котельных работающих на отходах древесины, ветряных электростанций,
- высоковольтных линий электропередач 100-400 кв,
- высоковольтных распределительных систем,
- поставки тренажеров для подготовки оперативного персонала электростанций, распределительных установок, кораблей, предприятий химической промышленности,
- информационных систем для управления энергетическими структурами,
- автоматизированного управления водоснабжением.

• **VUSAPL a.s., Нитра**

VUSAPL Inc. традиционно участвует в НИР в области модификации полимерных материалов, технологий их обработки. качественного применения новых полимерных материалов. Компания осуществила ряд экономических и научных проектов, которые были представлены в стране и на зарубежных форумах.

Компания состоит из четырех подразделений:

- литье под давлением - получен ценный опыт; компания является в настоящее время надежным поставщиком прецизионных технологий изготовления качественной продукции,
- отдел пленок и композитов, ориентированный на производство специальных видов технической пленки; им создаются технологии изготовления трубчатых и плоских пленок (подразделение производит высоконаполненные материалы на основе полиолефинов и строительные пластмассы высокого качества различных цветов),
- инструментальный отдел использует весьма прогрессивные методы моделирования и дизайна литьевого формования изделий из пластмасс, обеспечивая максимальный уровень обслуживания клиентов и сокращения времени доставки инструмента,
- отдел сертификации и испытательные лаборатории сертифицированы в соответствии с нормой STN EN ISO 9001: 2009 (Q-008); системы экологического менеджмента сертифицированы в соответствии с EN ISO 14001:2005 (R-002), для сертификации продукции компания аккредитована в Словацкой национальной службе аккредитации в соответствии с STN EN 45011. Компания тестирует и проверяет транспортные средства в соответствии с Законом 725/2004.
- **Научно-исследовательский институт сварки - промышленный институт Словацкой Республики, Братислава (ИМП)**

ИМП – международно-признанный центр НИР по использованию на рабочем месте сварки и родственных технологий. Деятельность института сосредоточена на исследованиях и испытаниях материалов и их сварных соединений, развитии технологий соединения, оценке надежности сварных конструкций, сертификации, производстве сварочных материалов, оборудования, сварных деталей и конструкций. ИМП решает проблемы сварки, наплавки, пайки, технологий напыления, термической резки и термообработки материалов для промышленности, строительной индустрии, энергетики, транспорта, сельского хозяйства. В отдельных областях он осуществляет аккредитацию испытаний, организует получение образования персоналом в области сварки и неразрушающего контроля в соответствии с EWF/IAB директивой, удостоверяет качество сварки и неразрушающего контроля, систем менеджмента качества в сварочном производстве. Является членом Международного института сварки - МИС, Европейской федерация по сварке, соединению и резке - АСФ, словацкого сварочного общества. Сотрудничает с компаниями, специализирующимися в области сварки, из Чехии, Германии, Бельгии, Японии, США, а также с Бюро по стандартизации, метрологии и испытаниям Словацкой Республики и словацким институтом технической стандартизации.

Исследования, инженерные материалы и новейшие технологии, успешно реализованные в словацкой промышленности

Один из наиболее активных словацких институтов, который успешно внедряет разработанные технические материалы и новейшие технологии в промышленность - IMMM SAS в Братиславе. Благодаря эффективному использованию ноу-хау созданные учеными IMMM SAS инновационные продукты имеют значительный потенциал для обеспечения высокой добавленной стоимостью. Несколько успешных примеров применения современных инженерных материалов и передовых технологий для производства инновационных продуктов, разработанных в этом институте с целью повышения конкурентоспособности на мировых рынках изложены ниже.

- **Амортизатор на основе пеноалюминия для железнодорожных вагонов**

Пеноалюминий – материал для аварийного амортизационного узла, повышающего пассивную безопасность пассажирских железнодорожных вагонов (рис.1). Этот узел размещается между традиционным пружинным демпфером и шасси вагона. На вагон устанавливается четыре узла: по два на каждую сторону. Основная цель использования детали из пеноалюминия – уменьшение силы удара при столкновении в случае исчерпания поглощающей способности пружинных демпферов. При сильных соударениях соседних вагонов пеноалюминий раздавливается, выполняя функцию дополнительного поглощающего энергию элемента. Подобный аварийный амортизационный узел способен защитить шасси вагона весом 22 т от фронтального столкновения при скорости 8 км/час. Рассеивание кинетической энергии должно происходить при деформации в 30 мм.



Рис. 1 Амортизационный узел железнодорожного вагона с пеноалюминием (слева) и его компоненты.

Для реализации подобных функций к пеноалюминию предъявляются жёсткие требования, например, материал должен обладать высокой прочностью на сжатие (более 17 МПа) и повышенной пористостью (более 75%). Для этого спроектирован специальный трёхмерный компонент из пеноалюминия с естественным сплошным слоем и стенками ячеек из термообрабатываемого алюминиевого сплава. Пеноалюминий имеет преимущественную ориентацию пор в направлении сжатия. По сравнению с традиционными деформируемыми элементами (полыми профилями или элементами с сотовидной структурой) путь деформации, необходимый для поглощения энергии, можно уменьшить почти на 50%. Поставщик аварийных амортизационных узлов – немецкая компания Gleich GmbH (Кальтенкирхен). Компоненты из пеноалюминия весом 1250 г производятся IMMM SAS по субконтракту и поставляются партиями по 500 штук в год. Конечные потребители этого продукта – два мировых лидера в производстве железнодорожных вагонов.

• **Крупносерийные автомобильные детали из пеноалюминия**

Аварийные амортизаторы для автомобилей обеспечивают защиту пассажиров от резкого удара. Это достигается за счёт преобразования энергии удара в пластическую деформацию амортизатора, что позволяет поддерживать действующее на защищаемый объект пиковое усилие ниже уровня его разрушения. Материал амортизатора должен обладать величиной пути деформации, достаточной для поглощения кинетической энергии.



Рис.2 Аварийный амортизатор энергии на основе пеноалюминия в разделительной сетке Audi Q7.

IMMM SAS в кооперации с австрийской компанией Alulight International GmbH (Пансхофер) разработал аварийный амортизатор энергии (рис. 2), который с августа 2005 г. производится в автоматическом режиме сериями по 200 тыс. штук в год и устанавливается на автомобили марки Audi Q7. Такой элемент является частью верхнего сегмента предохранительной сетки, встроенной для отделения багажного отсека от пассажирского салона. В случае резкого заднего удара сетка должна защитить пассажиров от серьёзных травм из-за перемещения предметов багажа. Определённая часть энергии удара поглощается самой сеткой, другая преобразуется в креплениях сетки, предотвращая их поломки. Большая часть энергии поглощается сеткой, когда уровень пологого участка кривой напряжения остаётся постоянным на протяжении большого пути деформации. Подобные характеристики достигаются с помощью аварий-

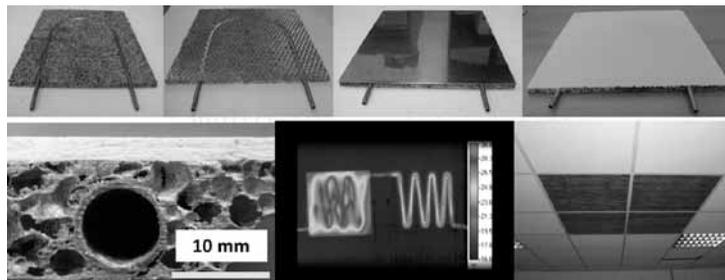


Рис.3 Охлаждающие/нагревательные стеновые и потолочные панели на основе пеноалюминия

ного амортизатора на основе пеноалюминия. Трубчатый амортизатор из пеноалюминия, установленный в верхнем профильном канале сетки, деформируется во время удара, что обеспечивает преобразование кинетической энергии в количестве примерно 100 кДж.

• **Охлаждающие и нагревательные панели на основе пеноалюминия**

Охлаждающие (нагревательные) стеновые и потолочные панели на основе пеноалюминия в качестве разделителя тепла, разработанные в IMMM SAS, также имеет большой потенциал применения (рис.3). Разработка получила в 2007 году европейский патент на изобретение. Основа инновационного подхода состоит в конструировании таких панелей – пеноалюминий с интегрированными трубками из меди или нержавеющей

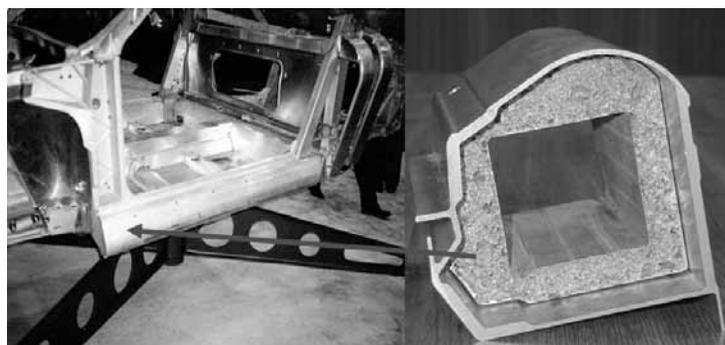


Рис.4 Элемент жёсткости на основе пеноалюминия для полрой алюминиевой автомобильной рамы кабриолета Ferrari.

щей стали для распределения охлаждающей (нагревающей) среды. Стеновые и потолочные панели на основе пеноалюминия с тонким поверхностным слоем штукатурки – уникальное техническое решение, впервые используемое в промышленной практике. Равномерность распределения температуры в панели, улучшение её излучательной способности, уменьшение времени реакции после изменения температуры – основные преимущества, недостижимые с помощью других решений.



Рис.5 Компоненты из алюминиевого сплава кулачковой системы распределения зажигания, разработанной IMMM SAS и производимой компанией Sapa profily Inc. (Зиар-над-Хроном), для двигателей BMW.

Данный тип инновационной системы имеет низкие эксплуатационные затраты. Энергопотребление системы находится на низком уровне, техническое обслуживание практически не требуется. В качестве рабочего тела можно применять природную воду. Использование этой системы позволяет до минимума сократить объём всасываемого воздуха, а для обеспечения достаточного теплового комфорта достаточно его температуры в 260°C. Кроме вышеперечисленных преимуществ потолочные охлаждающие панели имеют всего один недостаток: их ограниченная охлаждающая способность, поскольку панели функционируют при небольшой разнице температур, которую нельзя увеличить из-за риска конденсации. По этой причине для обеспечения необходимой охлаждающей способности комнаты с охлаждающими потолками должны оснащаться дополнительными вентиляторами кондиционирования воздуха, в том числе во время кратковременных экстремальных условий. Можно при-

вести множество других примеров успешного сотрудничества IMMM SAS с промышленными компаниями. К наиболее перспективным инновационным разработкам относятся, например, элемент жёсткости на основе пеноалюминия для полого алюминиевого профиля рамы кабриолета Ferrari, серийно производимый в количестве 6000 штук в год (рис. 4), статорное кольцо для регулирования положения распределительного вала в автомобильных двигателях, выпускаемых для BMW компанией Sapa profily Inc. на основе нового алюминиевого сплава, полученного методом порошковой металлургии (рис. 5), скользящие электрические контакты для троллейбусов и железнодорожных локомотивов из пропитанного медью графита, пластины из композита керамика/свинец, полученные процессом инфильтрации в расплаве, для нового типа bipolarных аккумуляторов на основе пластин из пропитанной свинцом керамики для шведской компании EFF-Power, HisingsBacka.

Данная статья подготовлена в рамках проекта «Разработка межграничной платформы по трансферу технологий, ориентированной на применение высокоэффективных конструкционных материалов в регионе Вена - Братислава», при поддержке Европейского фонда регионального развития в рамках программы словацко-австрийского межграничного сотрудничества на период 2007-2013 гг.

Литература

- [1] www.euraxess.sk
- [2] JERZ, J.; WILFINGER, B.; HULA, R. C.; IŽDINSKÁ, Z.: Knowledge management strengthens development of innovative products with extremely high added value. In ICERI 2011: 4th international conference of education, research and innovation. ISBN 978-84-615-3324-4.
- [3] HULA, R. C.; WILFINGER, B.: INNOVMAT – Bilateral mapping report, January 2011.
- [4] Bulletin of FMST SUT – practices for economic and industrial environment, Martin Kopúnek – MARTICO, 2011, ISBN 978-80-970830-0-7.
- [5] SIMANČÍK, F.; JERZ, J.: European Patent EP1611262 – Method for strengthening a component consisting of a deformable cellular material, said component and the use thereof, 2007.
- [6] HIP in Slovakia – Discover the Potential, VladimírŠvač – SARIO, June 2011, ISBN 978-80-970830-0-7.
- [7] www.innovmat.eu

ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА



Технологии и разработки

Материаловедение

ЧЕХ-01

Мягко обожжённая негашёная известь специального назначения

Описание

«Негашёная известь специального назначения - мягко обожжённая» получена в оптимальных условиях обжига из специально отобранного карбонатного известняка с высоким содержанием кальция. Негашёная известь характеризуется высоким уровнем чистоты и реакционной способности, большой вязкостью известкового теста и объёмом осадка.

Продукт используется для подготовки специальных гидросиликатов, в частности, высокопористых материалов на основе ксонотлита и тоберморита, применяемых в качестве наполнителя стальных цилиндров высокого давления для транспортировки и хранения ацетилена.

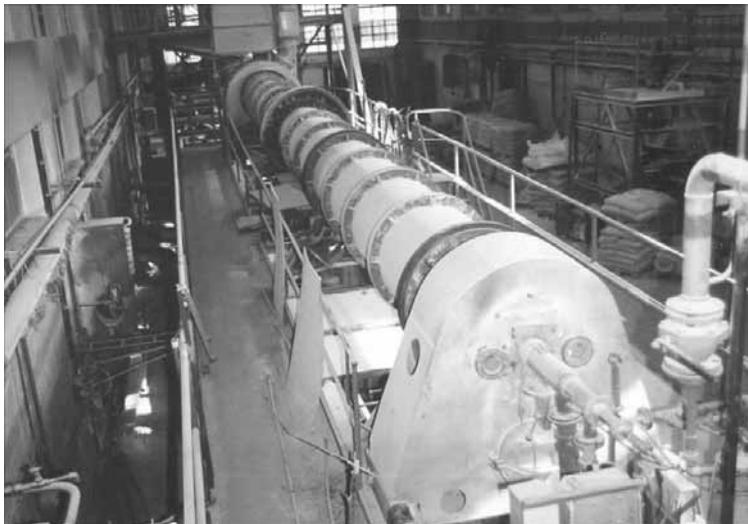


Рис. 1 Пилотная печь барабанного типа для производства продукта

Технические параметры

- Реакционная способность в соответствии с EN459-2: $>750^{\circ}\text{C}$ через 1 мин
- Содержание свободного CaO (сахарнокислый метод): $>95\%$ вес.
- Динамическая вязкость известкового теста (11% твёрдой фракции в суспензии): >3000 мПа·сек
- Объём осадка за 20 часов (8% твёрдой фракции в суспензии): $\geq 30\%$ об.



Рис. 2 Негашёная известь специального назначения - мягко обожжённая (фракция 0 – 20 мм)

Стадия разработки

Продукт «Негашёная известь специального назначения - мягко обожжённая» сертифицирована 22 июня 2010 г. Техническим и испытательным институтом по строительству Прага, филиал 0600 Брно. Сертификат № 060-032228, действителен до 30 июня 2013 г.

Организовано производство малых партий.

Предложения по сотрудничеству

Продажа техдокументации.

Поставка небольших партий продукта по заказу.

Контактная информация

Research Institute of Building Materials, JSC.

Hněvkovského 30/65, 617 00 Brno, Czech Republic

Тел.: +0420 543 529 200, факс: +0420 543 216 029

vustah@vustah.cz, www.vustah.cz

Материаловедение

ЧЕХ-02

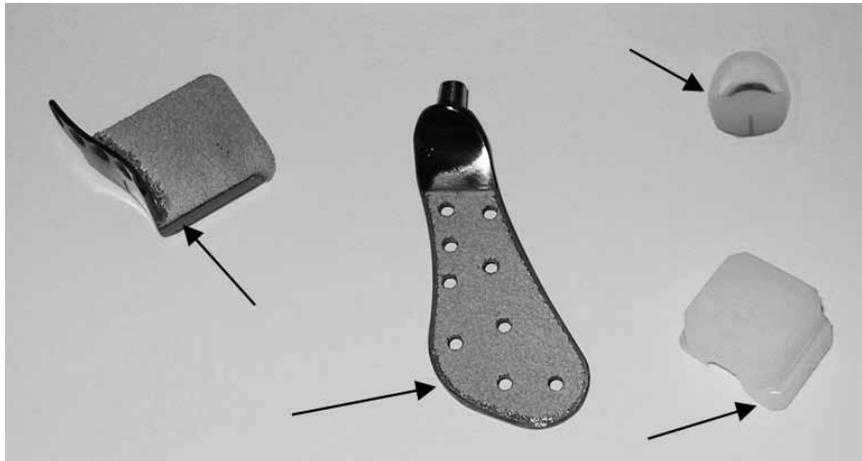
Полный височно-нижнечелюстной сустав MEDIN

Назначение

Лечение и замена суставов.

Описание

Височно-нижнечелюстной сустав – один из наиболее сложных суставов в человеческом теле. В качестве естественной части тела при еде, разговоре, выполнении других функций этот анатомический орган подвергается большим напряжениям и износу. Это единственный сустав в теле человека, который соединяется с одной и той же костью в двух местах. По этой причине любой дефект в одном суставе приводит к нарушению нормального функционирования второго. Причины, приводящие к разрушению височно-нижнечелюстного сустава:



- 1) микро- и макротравмы
- 2) инфекции
- 3) дегенеративное заболевание сустава
- 4) опухоли

Главная цель восстановления височно-нижнечелюстного сустава – обеспечение его правильного функционирования и улучшение качества жизни пациента (речи, приёма пищи, гигиены полости рта и др.).

Модульная конструкция импланта облегчает работу хирурга и позволяет учесть анатомические особенности пациента. Височная и нижнечелюстная компоненты изготовлены из титанового сплава, на поверхность нанесён слой алмазоподобного покрытия, фиксирующие части имеют покрытие из пористого титана и гидроксиапатита.

Оба компонента выпускаются в трёх типоразмерах. Протез мышцелока изготавливается из CoCrMo-сплава и выпускается в пяти типоразмерах. Вставка изготавливается из ультравысокомолекулярного полиэтилена. Все компоненты спроектированы с максимальным подобием по отношению к анатомическому строению нижней челюсти и основанию черепа пациента.

Опыт, приобретённый при разработке метода полной замены височно-нижнечелюстного сустава, можно использовать в сложных случаях челюстно-лицевой хирургии, когда индивидуальные решения для конкретного пациента приобретают особое значение.

Компания MEDIN Orthopaedics, a. s. – возможно один из немногих производителей в Центральной и Восточной Европе, который может предложить полное решение по разработке индивидуальных имплантов (от оцифровки данных компьютерной томографии и создания трёхмерной модели до технического проектирования специфических имплантов и их изготовления).

Стадия разработки

Полная разработка индивидуальных имплантов.

Предложения по сотрудничеству

Продажа техдокументации.

Поставка изделий по заказам.

Контактная информация

MEDIN Orthopaedics, a.s.

Ringhofferova 115/1, 155 21 Prague 5

Phone: +420 234 252 346, fax: +420 234 252 347

ortho@medin.cz

www.medin.cz

ЧЕХ-03

Легковесная плита SEMVIN LIGHT

Назначение

Реставрация и строительство.

Описание

Инновационное решение: легковесная плита для внутренних работ на основе цемента и волокна. SEMVIN LIGHT – легковесная цементно-волокнистая плита плотностью менее 1000 кг/м³. По сравнению с конкурентными аналогами экологически безопасна, при производстве используется менее 50% цемента, а в качестве легковесного наполнителя – отходы.

Техническое решение состоит в конструировании структуры плиты, эффективной с экологической и экономической точек зрения. По сравнению с аналогичными продуктами характеризуется пониженным содержанием цемента и одновременно имеет хорошие физико-механические параметры.

Основная цель создания нового продукта – уменьшение при серийном производстве экологической нагрузки за счёт снижения расхода цемента (до 50%) от первоначального количества. Продукт экологически безопасен по сравнению с аналогичными изделиями.

Более того, в качестве наполнителя используются отходы производства вспученного перлита, что в свою очередь еще раз говорит в пользу экологической безопасности продукта.

Длительные испытания различных составов показали, что можно получить продукт адекватного качества при снижении расхода цемента до 40%.

Следует отметить, что новая плита обладает хорошими механическими свойствами даже без увеличения содержания волокон, что положительно сказывается на цене конечного продукта.

Технические характеристики

- Прочность на изгиб, сухая: 13 МПа
- Прочность на изгиб, мокрая: 7 МПа
- Объёмная плотность: <1000 кг/м³
- Теплопроводность: 0,20 Вт/мК
- Испытания на огнестойкость (ČSN EN 13501-1): A1

Стадия разработки

Продукт разработан в рамках реализации проекта № FI-IM4/068 при поддержке Министерства промышленности и торговли Чешской Республики в кооперации Исследовательского института строительных материалов и чешской компании по деревообработке (Прага), предприятия в Черноуси.

На решение получен патент на полезную модель № 20750 Легковесная внутренняя плита.

Предложения по сотрудничеству

- Продажа документации.
- Поставка небольших партий изделий.



Контактная информация

Research Institute of Building Materials, JSC
 Hněvkovského 30/65, 617 00 Brno, Czech Republic, IČ 26232511
 Phone: +0420 543 529 200, fax: +0420 543 216 029
 vustah@vustah.cz
 www.vustah.cz
 Ing. Michal Frank, Assistant head of section Composite materials, frank@vustah.cz

Материаловедение

ЧЕХ-04

Полный протез кисти MEDIN

Назначение

Современный протез с высокой степенью модульности.

Описание

Основные части протеза: радиальный компонент, шаровая головка и кистевой компонент.

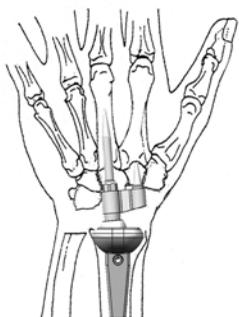
Симптомы

- ревматоидное разрушение,
- остеоартрит,
- псориатическое разрушение,
- посттравматическая деформация.

Все металлические части за исключением головки изготавливаются из титанового сплава. Шаровая головка изготавливается из CoCrMo-сплава.

Компоненты спроектированы для достижения высокого уровня функционального подобия с анатомическим строением кисти. Для удовлетворения требований анатомического разнообразия пациентов каждый компонент выпускается в нескольких типоразмерах. Имплантат фиксируется в кости с помощью





специальных остеоинтегрирующих элементов: слоями пористых покрытий с гидроксилатапатитом на поверхности.

Эти области находятся на радиальных (впадина) и кистевых (стержень и запорный штифт) компонентах. Кистевой компонент состоит из основной фиксирующей оси (кистевой стержень), которая вставляется в третье пястье, и короткого запорного штифта для установки во втором основании пястной кости.

Головка из кобальтового сплава собирается на конусообразном стержне, простирающемся от пересекающейся зоны кистевого стержня.

Радиальный компонент фиксируется в дистальном отделе лучевой кости.

Впадина для прокладочного материала из ультравысокомолекулярного полиэтилена имеет закруглённые края и алмазоподобное углеродное покрытие для обеспечения лучших трибологических характеристик, принимая во внимание движение мягких тканей в этой области.

Протез сконструирован ведущими чешскими хирургами с использованием современных методов проектирования. Первые результаты его применения свидетельствуют о том, что полная замена кисти при правильных показаниях позволяет полностью сохранить или восстановить функциональные возможности движения кисти и повысить усилие захвата. На рисунках видно позиционирование имплантата в руке.

Стадия разработки

Разработан метод протезирования.

Предложения по сотрудничеству

Продажа техдокументации.

Поставка небольших партий протезов.

Контактная информация

MEDIN Orthopaedics, a.s.

Ringhofferova 115/1

155 21 Praha 5, Czech Republic

Тел.: 234 252 346, факс: 234 252 347

ortho@medin.cz

www.medin.cz, www.endoimplant.cz

Новые материалы

ЧЕХ-05

Прорыв в диагностике аллергии

Описание

VasoFlowEx® kit – инновационная разработка для выявления аллергена.

За последние десятилетия в развитых странах наблюдается резкий рост аллергической гиперчувствительности, что свидетельствует о возникновении достаточно серьёзной социальной проблемы.

Физиологическое регулирование аллергических механизмов зависит от поддержания баланса между процессами, ответственными за оптимальную модуляцию иммунных стратегий в организме. Баланс может быть нарушен многими факторами, негативно влияющими на различные уровни регулирования иммунной системы. Точно диагностировать, что является причиной того или иного состояния пациента и какова должна быть терапия, можно лишь в редких случаях.

При диагностике аллергии главная задача – выявить причинный аллерген(ы). Традиционно применяемый метод на основе скарификационной пробы не оптимален из-за низкой надёжности и риска дальнейшего ухудшения ситуации.

Более приемлемым считаются подходы *in vitro*, например, определение специфического IgE в иммунной сыворотке (sIgE) или анализ маркеров базофильной активации. В большинстве случаев специфичность выявления sIgE достаточно высока, но чувствительность обычно составляет 75%, а для некоторых аллергенов, главным образом, пищевых и лекарственных, чувствительность и специфичность выявления sIgE существенно ниже.

BasoFlowEx® kit позволяет определить причинный аллерген посредством анализа базофильной активации с использованием метода проточной цитометрии. Данный тест характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью. Принцип теста – индуцирование базофильной активации в присутствии светочувствительного аллергена с последующим измерением маркера базофильной активации (CD63) на поверхности клетки, где он обнаруживается с помощью моноклонального антитела.

Базофильные клетки выявляются посредством CD203c-специфичного антитела. Для положительного контроля используется материал, в котором базофильные клетки активированы моноклональным антителом анти-IgE, имитирующим стимулирующий эффект специфического антигена, и хемотаксическим пептидом N-formyl-Met-Leu-Phe (fMLP), активирующим базофильные клетки неспецифическим способом.

По сравнению с другими подобными тестами BasoFlowEx® kit содержит оптимизированные маркеры и обеспечивает более простое их применение. Инновационная разработка доступна по конкурентоспособным ценам для целевых заказчиков.

Преимущества

- надежда для страдающих аллергией пациентов – надёжный, простой и доступный *in vitro* тест;
- высокая чувствительность и специфичность;
- отсутствие риска сенсibilизации пациента;
- высокая точность результатов;
- оптимальный состав и метод;
- наиболее прогрессивный на рынке тест на основе базофильной активации.

Набор позволяет провести 100 тестов. Прост в использовании и пригоден для применения в условиях любой лаборатории, оснащённой базовым оборудованием и прибором проточной циклометрии с лазером голубого света и каналами обнаружения FITC (FL1) и PE (FL2).

Стадия разработки

Подготовка и измерение образца подробно описана в спецификации продукта, доступной на сайте www.exbio.cz или по запросу на e-mail: orders@exbio.cz.

Предложения по сотрудничеству

Поставка небольших партий наборов



Совместное сотрудничество

Контактная информация

EXBIO Praha, a.s.

Nad Safinou II 341, 252 42 Vestec, Czech Republic

www.exbio.cz, orders@exbio.cz, technical@exbio.cz

Тел.: +420 261 090 666, факс: +420 261 090 660

Покрyтия

ЧЕХ-06

Нанесённые газотермическим напылением истираемые покрyтия для энергетики

М.Каспарова, Ф.Захалка, Ш.Хоудкова

Истираемое покрытие может быть эффективным решением фундаментальных проблем машиностроения, например, такого как интенсивный износ деталей машин при фиксации движущихся частей в стационарном узле.

Эта проблема особенно остро стоит в газовых и паровых турбинах и ротационных компрессорах, которые применяются в авиационной и энергетической промышленности. Подобные системы имеют комплектное уплотнение.

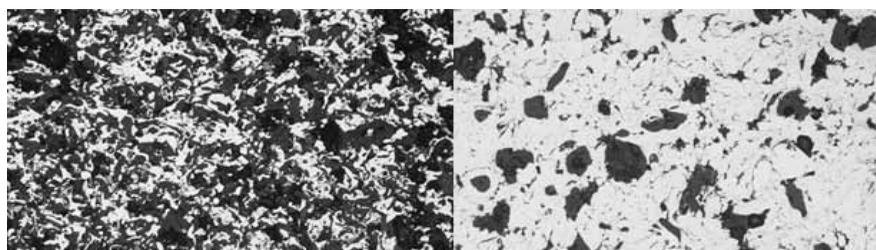


Рис. 1 Типичная микроструктура наносимого газотермическим способом истираемого покрытия.

Улучшение динамического уплотнения между вращающимися и стационарными деталями турбины позволяет существенно увеличить параметры энергосиловых машин. Истираемое покрытие – один из типов уплотнения. Данное покрытие служит для уменьшения зазора между венцом лопатки и статорами и между отдельными уровнями компрессора и турбины.

Истираемые материалы наносятся на неподвижную часть системы и противостоят вращающейся части (лопатка, лабиринт и пр.), чтобы уменьшить зазор и одновременно защитить вращающиеся детали от разрушения.

Большинство изготовителей энергетических машин используют наносимые газотермическим способом истираемые материалы по нескольким причинам:

- высокая прирабатываемость при минимальном износе сопряжённой детали при определённой рабочей температуре;
- высокая стойкость к эрозии; хорошая прочность соединения при флуктуациях температуры – стойкость к растрескиванию;
- малое химическое сродство к сопряжённой детали – не происходит формирование сварного шва, при истирании образуются только мельчайшие элементы, оказывающие минимальное механическое и химическое влияние на детали;
- высокая стойкость к коррозии;

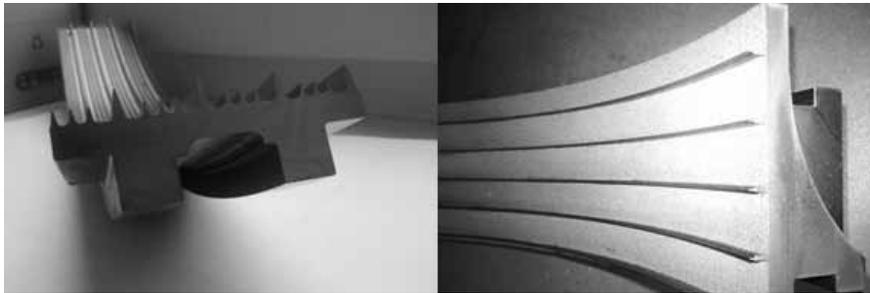


Рис. 2. Поперечное сечение лабиринтного кольца и истираемое покрытие между лопатками после обработки

- воспроизводимое использование при большом сроке службы;
- воспроизводимый процесс.

Все это позволяет в десятки раз повысить эффективность и характеристики турбин.

Для паровых турбин значительную роль играет наносимый газотермическим способом материал MCrAlY /бентонит, находящий в настоящее время широкое применение.

Для подобного рода покрытий целенаправленно формируется высокопористая структура. В случае контакта деталей высокая пористость обеспечивает облегчённый износ покрытия. На рис. 1 показана микроструктура истираемого покрытия.

Уменьшение шага достигается с помощью следующих основных действий:

- максимальное число лабиринтных лопаток;
- максимальная площадь фиксации;
- точные геометрические параметры лабиринтного уплотнения.

Для наносимых газотермическим способом покрытий возможности получения тонкой геометрии лабиринтного уплотнения ограничены. Процессу газотермического напыления предшествует пескоструйная обработка, которая может нарушить точность геометрических параметров лабиринтного уплотнения.

Сущность инновации заключается в решении задачи нанесения газотермическим способом истираемого покрытия между вершинами лабиринтного кольца. Вершины располагаются на внутреннем диаметре кольца. Один из типов тонкой геометрии на поперечном сечении кольца показан на рис. 2.

На первом этапе определялись оптимизированные параметры нанесения покрытия на основе материала MCrAlY (порошок) для достижения требуемой пористости покрытия и твёрдости поверхности.

На втором этапе решалась задача экранирования элементов лабиринтного уплотнения, которые не подвергаются пескоструйной обработке и покрытию.

Экранирование должно удовлетворять следующим требованиям:

- стойкость к механическому разрушению (эрозии во время пескоструйной обработки);
- стойкость к термическому удару (воздействие высоких температур пламени);
- технологическая реализуемость;
- экономическая приемлемость.

В ходе экспериментальных исследований и анализа достигнуты превосходные результаты. На рис. 2 показано нанесённое газотермическим способом покрытие MCrAlY между лопатками с определённой точностью геометрических параметров. Прототипы подобных лабиринтных колец уже проходят испытания на предприятии компании Ansaldo Energia Company (Италия).

Literature:

[1] Zahálka, F. & al., Vývoj aplikace obrusitelných povlaků na labyrintových kroužcích s břity, Research report VYZ 1333/10, VZU Plzeň, 2010.

[2] Zahálka, F. & al., Žárově stříkané povlaky pro energetická zařízení, Research report VYZ 1101/08, VZU Plzeň, 2010.



**International Conference
“Scientific and Technological Innovation:
National Experience and International Cooperation”**

**63rd sitting of the Committee of Plenipotentiary
Representatives of ICSTI member states**

***May 17-18, 2012
Accademia di Romania
Rome, Italian Republic***

