

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.Р. ДЕРЖАВИНА

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ

Сборник тезисов докладов
II Всероссийского конкурса
научных докладов студентов

22–23 мая 2014 г.



г. Томск, г. Тамбов

УДК 620.22 (063)
ББК 30.3л0
С23

С23 Функциональные материалы: разработка, исследование, применение: сборник тезисов докладов II Всероссийского конкурса научных докладов студентов, г.Томск, г.Тамбов, 22-23 мая 2014 г. /Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 113 с.

ISBN

В сборнике представлены тезисы реферативных, аналитических, научно-исследовательских работ участников II Всероссийского конкурса научных докладов студентов «Функциональные материалы: разработка, исследование, применение» в области разработки и исследования функциональных материалов, включая наноматериалы, керамические, металлические и углеродные материалы, методы исследования и изготовления функциональных материалов, а также применение функциональных материалов в медицине, экологии, металлургии, машиностроении, катализе и др.

**УДК 620.22 (063)
ББК 30.3л0**

Редакционная коллегия

А.Ю. Годымчук, кандидат технических наук, доцент Томского политехнического университета

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, профессор Томского государственного университета

А.А. Гусев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина



**Конкурс проводится при поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, грант № 14-08-06824**

ISBN

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
© Авторы, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «НАНОМАТЕРИАЛЫ»	3
СЕКЦИЯ 2 «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ».....	35
СЕКЦИЯ 3 «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ»	63
СЕКЦИЯ 4 «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ».....	83

Секция 1 «Наноматериалы»

ФОРМИРОВАНИЕ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ В СПЛАВЕ Zr-1Nb И ЕГО ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Булышко Д.Ю.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник

Института физики прочности и материаловедения СО РАН

Грабовецкая Г.П.

E-mail: bulynko.dmitriy@gmail.com

Как известно, сплавы циркония имеют высокие биосовместимость и коррозионную стойкость. Однако, несмотря на это применение сплавов циркония в промышленности и медицине ограничено из-за их низкой прочности.

Известно, что эффективным способом повышения прочностных и эксплуатационных характеристик металлических поликристаллов является формирование в них ультрамелкозернистой структуры [Колобов Ю.Р., Валиев Р.З., Грабовецкая Г.П. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов. – Новосибирск: Наука, 2001. – 213 с.]. Наиболее распространенным методом получения ультрамелкозернистой структуры в металлах и сплавах является интенсивная пластическая деформация (ИПД), которая позволяет уменьшить элементы структуры в материале до наноразмеров. Однако прочностные характеристики ультрамелкозернистых сплавов существенно зависят не только от размеров элементов структуры, но от фазового состава. К настоящему времени установлено [Гапонцев В.Л., Кондратьев В.В. Диффузионные фазовые превращения в нанокристаллических сплавах при интенсивной пластической деформации // Докл. Академии наук. – 2002. – Т.385. – №5. – С. 1–4.], что ИПД может приводить к развитию в сплавах таких процессов как, фазовые превращения, распад вторых фаз и образование пересыщенных твердых растворов. В связи с этим является необходимым изучение влияния методов и режимов ИПД не только на дисперсность, но и на фазовый состав и, как следствие, на прочностные характеристики и деформационное поведение ультрамелкозернистой структуры.

В данной работе показано, что формирование ультрамелкозернистой структуры в сплаве Zr-1Nb приводит к существенному (в 1,5-2 раза) увеличению его значений пределов прочности и текучести при одновременном повышении склонности к локализации пластической деформации и уменьшению величины однородной деформации и деформации до разрушения. Помимо того в работе установлено, что в зависимости от режима прессования со сменой оси деформации в исследуемом сплаве возможно формирование однофазной или гетерофазной ультрамелкозернистой структуры.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРЕНДИАЗОНИЙ ТОЗИЛАТОВ

Громов М.В., Гусельникова О.А.

Научный руководитель: к.х.н., старший преподаватель кафедры биотехнологии и органической химии Томского политехнического университета Постников П.С.

E-mail: mvg8@tpu.ru

В последние годы использование наноразмерных материалов в различных отраслях науки является одной из самых актуальных тем. Данная область очень перспективна, так как существует необходимость придания заданных свойств наноматериалам для улучшения их стабильности и биосовместимости, путем привики различных органических функциональных групп. Потенциальным агентом для подобных модификаций могут являться арендиазоний тозилаты (АДТ) [Postnikov P.S. Aryldiazonium tosylates as new efficient agents for covalent grafting of aromatic groups on carbon coatings of metal nanoparticles // *Nanotechnologies in Russia*. – 2010. – № 5. – P. 446].

Целью работы был синтез и исследование процесса модификации наночастиц ноль валентного железа с использованием арендиазоний тозилатов с различными функциональными группами.

Синтез наночастиц нольваленого железа проводился методом химического восстановления с последующей *in situ* модификацией АДТ по схеме 1:

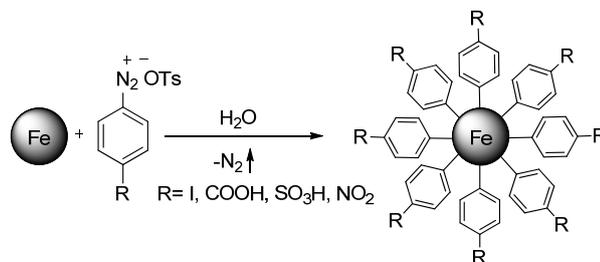


Схема 1 - Модификации Fe-NPs с использованием 4-йодарендиазоний тозилата, 4-карбоксарендиазоний тозилата, 4-сульфоарендиазоний тозилата, 4-нитроарендиазоний тозилата

Структура полученных материалов была доказана методами ИК-спектроскопии, рентгено-фазовым анализом, низкотемпературной адсорбцией азота (ВЕТ), элементным анализом, интегрированным методом ТГ/ДСК/ДТА.

Таким образом, показано, что АДТ способны модифицировать поверхность наночастиц железа. Разработанная стратегия позволяет синтезировать наночастицы ноль валентного железа быстро и эффективно с заданными свойствами.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАСЫЩЕНИЯ ВОДОРОДОМ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО НАНОТРУБКИ Би Дунсюэ

Научный руководитель: ассистент Томского политехнического
университета Дуброва Н.А.
Email: bidongxue@gmail.com

Одним из альтернативных источников энергии является водород. Основная проблема, препятствующая масштабному использованию водорода, заключается в его хранении и транспортировке. Так как углеродные нанотрубки обладают уникальными структурными свойствами их можно использовать как накопитель водорода [Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук. – 1997. – № 9. – С. 945-972].

В представленной работе исследовался углеродный наноматериал, содержащий нанотрубки, полученный конверсией природного газа. Исследование методики насыщения водородом углеродного материала, содержащего нанотрубки, проводилось из газовой фазы с помощью автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller (Advanced Material Corporation, США).

Для исследования цикла сорбции - десорбции было выбрано два режима. При первом режиме сорбция проводилась с постепенным увеличением давления водорода с 0 до 8 атмосфер, а десорбция с постепенным уменьшением давления до 0 атмосфер. При этом режиме, процессы сорбции и десорбции проводились при одной же температуре: -30°C , 0°C или 30°C . Во втором режиме процесс сорбции проводился при температуре -30°C с постепенным увеличением давления с 0 до 8 атмосфер, а затем была добавлена стадия выдержки образца при постоянном давлении. В процессе выдержки образец постепенно нагревался с температуры -30°C до определенной температуры, а затем проводился процесс десорбции водорода с постепенным уменьшением давления до 0 атмосфер. Во втором режиме образцы нагревались до температур -30°C , 0°C , 30°C .

Были получены графики зависимости концентрации водорода от давления в цикле сорбции - десорбции при различных температурах. По результатам измерений можно определить максимальные концентрации сорбированного водорода и концентрации водорода после цикла сорбции - десорбции в заданных диапазонах температур и давлений.

На основе анализа результатов экспериментов, можно сделать выводы, что максимальная концентрация сорбированного водорода достигается при давлении 8 атм.; с понижением температуры сорбции увеличивается максимальная концентрация сорбированного водорода; остаточная концентрация водорода после процесса десорбции увеличивается с повышением температуры.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ КАПЕЛЬ В ОДНО- И ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПАРОВО – ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМАХ **Зайцева Е.С.**

Научные руководители: д.т.н., профессор НИТУ «МИСиС»

Левина В.В., д.ф.-м.н, заведующий лабораторией

ОАО НИФХИ имени Л.Я. Карпова Товбин Ю.К.

E-mail: zaya261011@gmail.com

В условиях повышенного интереса к объектам, обладающим нанометровым диапазоном размеров, важное значение имеет создание математической модели для описания термодинамических свойств малых систем. Эти свойства необходимы как для определения термодинамических характеристик паро-жидкостных систем, так и для описания динамики процессов образования новых фаз.

В данной работе рассматривается подход, основанный на молекулярной модели бинарной системы для расчета плоских и искривленных границ раздела пар-жидкость. Подход дает уравнения, а расчет по уравнениям дает возможность численного анализа термодинамических характеристик.

В ходе работы были построены изотермы адсорбции на сечениях фазовых диаграмм для одно- и двухкомпонентных паро-жидкостных систем, из которых определяются плотности сосуществующих фаз с помощью секущей Максвелла. Получены концентрационные профили для плоских и искривленных границ раздела одно- и двухкомпонентных систем. Проверка расчетов осуществлялась путем сравнения результатов свойств бинарной смеси с аналогичными свойствами однокомпонентного вещества при уменьшении концентрации одного из компонентов. Исследованы размерные эффекты в каплях. В работе рассматривались равновесные капли, существующие при давлении насыщенного пара, и метастабильные капли, в которых скачок между давлением пара и давлением жидкости, описываемый уравнением Лапласа, реализуется в переходной области на некоторой разделяющей поверхности. Сопоставлены различные способы фиксации положения разделяющей поверхности: эквимолекулярная граница раздела фаз, поверхность натяжения по Кондо и поверхность натяжения по Хиллу. Для каждого варианта было рассчитано поверхностное натяжение плоских и искривленных границ раздела в одно- и двухкомпонентных системах.

Предложенный микроскопический подход позволяет описать широкий круг термодинамических характеристик капель. Решеточная модель обеспечивает получение корректных величин поверхностного натяжения в широком диапазоне значений радиусов сферических капель.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НА СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ

Иванова М.Д.

Научный руководитель: ведущий эксперт кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»

Годымчук А.Ю.

E-mail: lapa1711@yandex.ru

Наноразмерные порошки никеля становятся все более востребованным материалом во многих отраслях промышленности. Например, наночастицы никеля используются в производстве моторных масел для восстановления изношенных деталей моторов, они перспективны для создания магнитных жидкостей, систем записи хранения информации, постоянных магнитов, а также для направленного переноса лекарств, магниторезонансной томографии.

Однако, применение наночастиц сопровождается потенциальными рисками, в частности их токсичностью. Экотоксикологические испытания нанопорошков в обязательном порядке включают стадию приготовления водных суспензий с разным содержанием частиц, характеризующихся распределением частиц по размеру и зарядом поверхности. Поэтому возникает необходимость экспериментального установления взаимосвязи среднего размера и заряда частиц от их концентрации.

В работе готовили ряд суспензий электровзрывных наночастиц никеля в 2М растворе НЕРЕС с рН = 7. Концентрация наночастиц никеля варьировалась от 0,02 до 0,2 мас.%. Для измерения размера и заряда использовали прибор Nano Zetasizer Malvern, США, в основе которого лежит метод динамического рассеяния света.

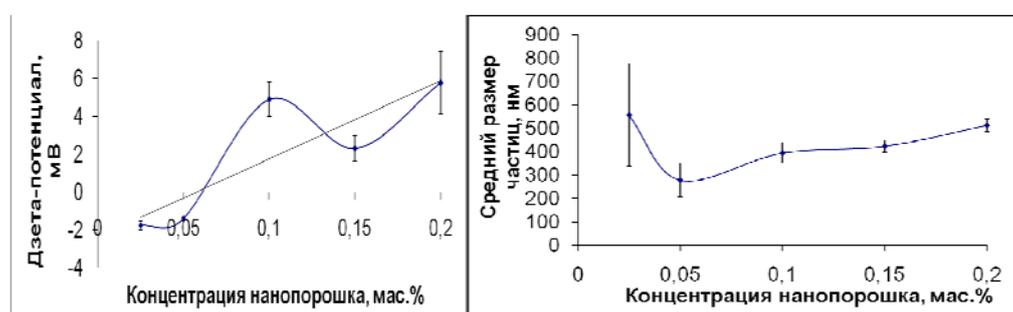


Рисунок. Изменение среднего размера и дзета-птенциала частиц/агрегатов нанопорошка никеля в 2М растворе НЕРЕС

Экспериментально показано, что увеличение концентрации электровзрывного нанопорошка никеля в диапазоне 0,05...0,2 мас.% приводит к увеличению среднего размера частиц практически в 2 раза. При этом величина дзета потенциала меняет свой знак с «-» на «+» при концентрации нанопорошка в суспензии 0,06 мас.%.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ДИСПЕРСНОСТЬ НАНОПОРОШКА КОБАЛЬТА

Инкар М.А.

Научные руководители: к.т.н., старший научный сотрудник
кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных
материалов НИТУ «МИСиС» Дзидзигури Э.Л.,
аспирант кафедры функциональных наносистем и
высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС» Архипов Д.И.
E-mail: macos92@list.ru

Комплекс уникальных свойств нанопорошков металлов обуславливают перспективность их использования для качественно новых приложений в различных отраслях промышленности в будущем. Одним из таких материалов является нанопорошок кобальта, области применения которого в различных приложениях постоянно расширяются. В частности, представляют интерес ферромагнитные свойства данного материала. Установлено, что наноразмерные порошки кобальта обладают большой индукцией насыщения и являются перспективным материалом для создания магнитных жидкостей.

Исходя из анализа способов получения нанопорошков, управляя технологическими параметрами процессов синтеза, можно регулировать дисперсность, форму и другие свойства получаемых порошков, расширяя области их применения.

В связи с вышеизложенным целью данного исследования являлось изучение влияния температуры и времени восстановления на дисперсность нанопорошка кобальта.

Для анализа были выбраны образцы кобальта, полученные методом химического осаждения с последующим газовым восстановлением при разных условиях. Методом рентгеновской дифрактометрии был произведен качественный и количественный фазовый анализ. Морфология и дисперсность нанопорошков кобальта изучены методами электронной микроскопии.

В образцах кобальта, в зависимости от условий восстановления, обнаружены фазы чистого кобальта и оксида кобальта (II).

Результаты электронно-микроскопического исследования показали, что нанопорошки кобальта имеют форму частиц близкую к сферической, соединенные контактными перешейками с несколькими соседними частицами. Наблюдаемое агрегирование наночастиц связано со спеканием образца. Эти изображения использовались для расчета распределения частиц по размерам, которые сведены в гистограммы. Средние размеры нанопорошков варьируются от 26 до 44 нм в зависимости от температуры и времени восстановления.

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУСПЕНЗИЙ АЛЮМИНИЯ В РАСТВОРЕ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

Карепина Е.Е.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: karepina_ee@mail.ru

В процессе производства, аттестации и утилизации частицы нанопорошков благодаря своему малому размеру легко проникают внутрь организма с дыханием и осаждаются в нижней части легких (в альвеолах) [Oberdörster G., Environmental Health Perspectives, 2005. – Vol. 113. – № 7. – P. 823-839.].

В токсикологии токсический эффект наночастиц прямопропорционален концентрации вещества, поступающего в организм и в последствии растворяющегося в биологической среде. Однако не все металлы растворяются в агрессивной среде легочной жидкости. Поэтому токсическое действие наночастиц может быть связано не только с растворимостью, но и с электроповерхностными свойствами дисперсных систем.

Данная работа посвящена определению влияния концентрации наночастиц (20, 50, 100, 200 мг/л) на проводимость суспензий электровзрывного нанопорошка алюминия в водном 2%-ном растворе лимонной кислоты ($C_6H_8O_7$), основном компоненте лизосомальной жидкости [Marques M. R. C., Dissolution Technologies. - 2011. - Vol.18. - P.15-28].

Показано, что в целом, для всех суспензий на начальном этапе характерно уменьшение проводимости σ . При этом с увеличением концентрации наночастиц увеличивается скорость падения величины σ . По-видимому, происходит уменьшение количества заряженных частиц дисперсионной среды за счет образования агрегатов и уменьшением количества частиц дисперсной фазы. Однако процесс агломерации заканчивается в определенное время, о чем свидетельствует достижение на кривой $\sigma=f(\tau)$ некоторого $\sigma_{\text{мин}}$, характеризующего максимальное количество связанных проводящих частиц в исследуемых системах. Для исследуемых суспензий в ряду концентраций наночастиц «20-50-100-200» мг/л время, требуемое на достижение $\sigma_{\text{мин}}$, составляет «13-12-10-6» дней, соответственно. Полученные результаты согласуются с теоретическими данными о том, что количество образующихся агломератов в дисперсной системе линейно зависит от исходной концентрации частиц [Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – СПб.: Химия, 1984. – 368 с.].

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ ПОРОШКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЧНОСТНОЙ КЕРАМИКИ

Каширина Н.В.

Научный руководитель: инженер кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Хасанов А.О.

E-mail: nvk2@tpu.ru

Применение керамических материалов в целом ряде областей современной техники ограничено достигнутым уровнем их физико-химических свойств. На этом пути привлекательно использование нанопорошков [Лякишев Н.П., Калинин Б.А., Солонин М.И. // Бюллетень Межрегионального общества металлургов. – 2000. – № 1. – С. 22–47.]. Наночастицы в порошковой металлургии широко используются для получения конструкционных материалов с высокодисперсной микроструктурой и с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами [Хвостанцев Л.Г., Боровский Г.В., Бражкин В.В., Лайцан Л.А., Боровский В.Г. // Российские нанотехнологии – Т.8. – № 9-10. – С. 79-81.]. Традиционным считается использование нанопорошков в качестве добавок к промышленным порошковым смесям [Блинков И.В., Аникин В.Н. // Сборник тезисов докладов участников Второго Международного форума по нанотехнологиям. – 2009. – С. 351 – 352.]. Для прогнозирования физико-механических свойств конструкционного материала количественная модель микроструктуры полуфабриката имеет важное значение. Она позволяет установить соотношение между пористостью и координационным числом упаковки. Структуру материалов зернистого строения принято моделировать укладкой шаров [Conway J.H., Sloane N.J. // Lattices and Groups. Springer-Verlag, New York, 1993. - p. 370].

Целью работы является определение оптимального состава, с использованием моделирования, трёхкомпонентной смеси порошков карбида бора различной дисперсности для дальнейшего получения упрочненной керамики.

Для моделирования исходными порошками являлись порошки карбида бора различной дисперсности – М-63 и М-5-П (полученные в соответствии ГОСТ 3647-80) и нанопорошок (НП) (PlasmaChem, Германия) с заявленным размером частиц 30-40 нм.

В результате работы было получено оптимальное соотношение для трехкомпонентной смеси порошков карбида бора марок М-63, М-5-П и НП, которое составило 39%:39%:22%.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПАТИН

Ким Е.Т.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Лямина Г.В.

E-mail: kim_elenal1@mail.ru

На поверхности меди и ее сплавов под воздействием агрессивных сред (морской воды или атмосферы) появляется защитный слой, который называется патиной. Пatina бывает двух видов: естественной и искусственной. Для оценки качества различных искусственных и естественных защитных, защитно-декоративных покрытий используют различные методы.

Авторы работы [Koseca T., Curkovic H., Legat A. *Electrochimica Acta*. – 2010. – № 56. – P. 722–731.] исследовали патины, полученные химическим и электрохимическим способом на поверхности бронзы. Защитные свойства патин изучали потенциодинамическим методом.

Проведенные исследования показали, что типы хлоридной и нитратной зеленой патины не защищают бронзовые поверхности, а способствуют реакции коррозии.

Среди искусственно полученных химических патин, было обнаружено, что коричневая патина была наименее реактивной в испытываемом растворе.

В работе [Chiavari C., Rahmounib K., Takenouti H. *Electrochimica Acta*. – 2007. – № 52. – P. 7760–7769.] исследовались физико-химические и электрохимические характеристики патины, образующейся на поверхности бронзы в городских условиях.

Было определено, что внешний слой бледно-зеленой патины пористый и очень толстый. Он относительно однородный по составу и с высокой долей Sn. Внутренний коричневый слой плотный, тонкий и не однородный по составу. Внешний слой чаще всего представлен гидросульфатом меди (брошантитом), а внутренний – оксидами меди (купритом и тенаритом).

На основании литературного обзора было установлено, что наиболее устойчивой является патина, состоящая из брошантита ($\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$). Наименее стабильной, патина состоящая из тенорита (CuO). Одно из основных характеристик патин являются их защитные свойства. Самой слабой защитой в агрессивных средах обладает патина, содержащая фазы нантоктита (CuCl).

МОДИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМ ГРАФЕНОМ

Кондаков А.И., Михалева З.А.

Научный руководитель: к.т.н. Тамбовского государственного
технического университета Михалева З.А.

E-mail: bdiyoz@mail.ru

В работе представлено исследование влияния добавки графена на физико-механические характеристики гипсовых и бетонных композитов. Графен является одним из самых прочных материалов. Модуль Юнга одного слоя графена составил $2,4 \pm 0,4$ ТПа, а для двухслойного графена $2,0 \pm 0,5$ ТПа. Кроме того, графен является гидрофобным материалом. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ), ультразвуковой обработки и функционализации графена (ф-графен) кислородосодержащими группами, позволяют получить однородный и стабильный во времени коллоидный раствор графена.

В исследовании использовались следующие материалы: гипс строительный Г-5 Б2, портландцемент 500 Д0, ф-графен производства ООО «НанотехЦентр», г Тамбов. Ф-графен и ПАВ смешивались в дистиллированной воде, после чего данный раствор подвергли ультразвуковой обработке. Раствор ф-графена вводили в воду затворения. На рисунке 1 представлены результаты тестирования гипсовых и бетонных образцов на прочность при сжатии.

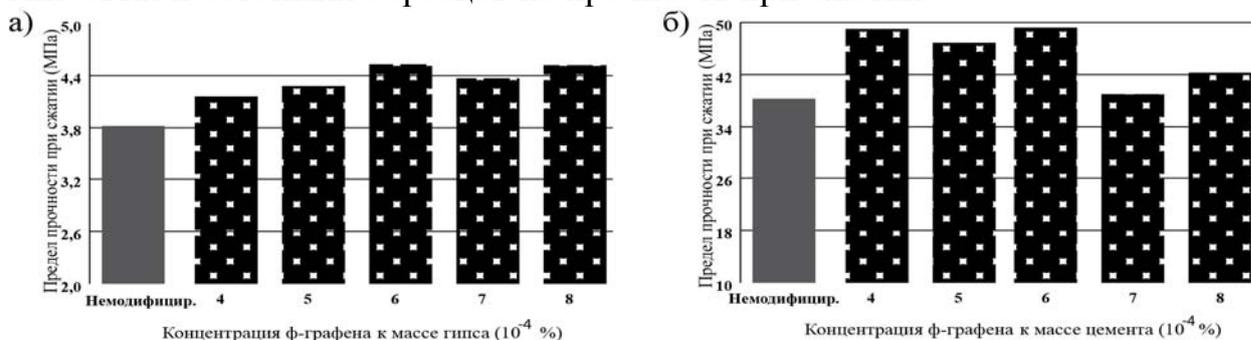


Рисунок 1 - Прочность на сжатие модифицированных ф-графеном строительных композитов; а) гипс, б) мелкозернистый бетон

Максимальный прирост прочности на сжатие в 20% (для гипса) и в 30% (для мелкозернистого бетона на 28 сутки) достигается при концентрации ф-графена равной 0,0006 масс.%. Наблюдаемый прирост прочности объясняется присутствием равномерно распределённого ф-графена в строительной матрице, который играет роль центров кристаллизации продуктов гидратации связующих.

Результат исследований свидетельствует об эффективном упрочнении матриц строительных материалов углеродной нанодобавкой — ф-графеном и о целесообразности проведения

комплексных исследований влияния графена на физико-механические характеристики строительного материала.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОГО И ХОЛОДНОГО КРУЧЕНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ НА СТРУКТУРУ, МИКРОТВЕРДОСТЬ И ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 06МБФ

Кошовкина В.С.

Научные руководители: с.н.с. Института физики прочности и материаловедения СО РАН Астафурова Е.Г., м.н.с. Института физики прочности и материаловедения СО РАН Майер Г.Г.

E-mail: koshovkina_vs@mail.ru

Методом просвечивающей электронной микроскопии изучена структура низкоуглеродистой стали 06МБФ (Fe-0,1Mo-0,6Mn-0,8Cr-0,2Ni-0,3Si-0,2Cu-0,1V-0,06Nb-0,09C) после кручения под давлением на наковальнях Бриджмена при температурах $T_{\text{КГД}}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_{\text{КГД}}=450\text{ }^{\circ}\text{C}$ на пять полных оборотов, при давлении 4 ГПа и последующих отжигов в интервале температур $500\div 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1ч). Прочностные характеристики стали оценивали путем измерения микротвердости.

Установлено, что кручение под давлением при температурах $T_{\text{КГД}}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_{\text{КГД}}=450\text{ }^{\circ}\text{C}$ позволяет сформировать в стали 06МБФ ультрамелкозернистые состояния с близким размером элементов зеренно-субзеренной структуры (100 нм при холодном и 120 нм при теплом кручении) и дисперсными карбидами (<5нм).

После деформации значения микротвердости стали 06МБФ возрастают в 3 раза (до 6,0 ГПа после холодного и 5,7 ГПа - после теплого кручения) по сравнению с исходным состоянием (2 ГПа) и слабо зависят от температуры кручения. Распределение значений микротвердости по диаметру дисков неоднородно, это вызвано зависимостью степени деформации при кручении от расстояния до центра диска. Степень неоднородности распределения микротвердости уменьшается с увеличением температуры кручения $H_{\mu}(\text{край})/H_{\mu}(\text{центр})=1,7$ при $T_{\text{КГД}}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1,3 при $T_{\text{КГД}}=450\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ультрамелкозернистый характер структуры и высокие значения микротвердости сохраняются вплоть до температуры отжига $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1 ч) для холодного и теплого кручения. После отжигов при более высоких температурах происходит рост элементов структуры и уменьшение значений микротвердости, что вызвано процессами возврата и рекристаллизации. Показано, что температура кручения оказывает слабое влияние на структуру, микротвердость и термическую стабильность стали, что, по-видимому, связано с тем, что при теплом кручении процессы структурного разупрочнения, вызванные увеличением температуры деформации, компенсируются процессами упрочнения.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ MgO НА ПЛОТНОСТЬ, УСАДКУ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В СИСТЕМЕ Al₂O₃ – MgO

Кретов Ю.Л.

Научный руководитель: д.т.н., главный научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН Буякова С.П.

E-mail: kretov2005@yandex.ru

Основные направления научных исследований в области керамики предусматривают расширение и углубление исследований новых, в первую очередь высокоплотных, мелкокристаллических и прочных керамических материалов, а также материалов со специфическими свойствами. Большой интерес для современной высокотемпературной керамики представляют материалы на основе синтезированных смесей высокоогнеупорных оксидов в двойных и тройных системах, кривые ликвидуса которых лежат в области весьма высоких температур [1].

Для изучения термических свойств керамики на основе Al₂O₃-MgO проводилась закалка с 200°C до 700°C с интервалом в 100°C. Образцы были нагреты до заданных температур и очень быстро охлаждены (закалены) в воду. После детального изучения структуры поверхностного слоя, не было обнаружено ни одной трещины, ни на одном из исследуемых образцов. Это явление объяснить тем, что исследуемая керамика является пористой, в результате чего происходит диссипация напряжений, образовавшихся после термического удара.

С увеличением содержания оксида магния в экспериментальных образцах, наблюдалось увеличение усадки, так на образцах, полученных из чистого MgO, усадка составила примерно 30%. Также была исследована зависимость пористости образцов от содержания оксида магния, при его содержании в 20% и при T_{сп}=1550°C, была обнаружена максимальная пористость, которая составила 50%. При достаточно большом содержании оксида магния, пористость образцов близка к 10%. Исходя из полученных данных, можно утверждать о том, что при малой концентрации оксида магния в композиционной системе (Al₂O₃-Mg), наблюдается увеличение пористости полученных образцов.

Пористость образцов при температуре спекания T_{сп}=1600°C и содержании оксида магния от нуля до 20%, происходит резкое увеличение пористости образцов, ее максимальное значение достигает 40% при содержании данного оксида 20%. При увеличении концентрации MgO до 90%, происходит равномерное уменьшение пористости полученных образцов.

Список литературы:

1. Файков П.П. Синтез и спекаемость порошков в системе MgO-Al₂O₃, полученных золь-гель методом. – М.: Диссертация кандидата технических наук: 05.17.11, 2007. – 165 с.

АДСОРБЦИЯ АМИНОУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОПОРОШКА ZnO

Кутуков А.К.

Научный руководитель: ведущий эксперт кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»

Годымчук А.Ю.

E-mail: Kutukov27@yandex.ru

Нанопорошки металлов и их соединений вызывают повышенный интерес в связи с их необычными свойствами. Но благодаря избыточной поверхностной энергии частицы нанопорошков активно взаимодействуют между собой, слипаются и образуют агрегаты. Поэтому в ряде применений для предотвращения взаимодействия наноразмерных частиц их удобно использовать в виде суспензий. Однако особенности поведения нанопорошков в водных суспензиях и закономерности их стабилизации изучены недостаточно, что не позволяет готовить агрегативно-устойчивые и неосаждающиеся гидрозоли наночастиц разного состава и применять их на практике.

Целью данной работы являлось экспериментально оценить возможность адсорбции низкомолекулярного ПАВа для создания агрегативно-устойчивых суспензий наночастиц.

Объектом данного исследования послужил нанопорошок ZnO (40 нм), полученный плазмохимическим методом компанией Nanostructured & Amorphous Materials Inc., США. В работе готовили суспензии нанопорошка заданных концентраций в 2М растворе аминокислоты. Через определенное время брали аликвоты суспензии и разделяли на центрифуге ЕВА 20 (5500 об/мин, 60 мин). ИК-спектры отражения молекул и наночастиц в суспензии, исходном растворе ПАВ и центрифугате снимали с помощью ИК-спектрометра Thermo Nicolet 380.

Экспериментально показано, что после адсорбции на поверхности нанопорошка на ИК-спектрах полученного центрифугата практически отсутствуют основные пики, характерные для аминогруппы при 1402 и 1330 см⁻¹ в растворе ПАВа. Полученные данные свидетельствуют о том, что при выбранных условиях глицин эффективно садится на поверхность наночастиц, а следовательно может быть использован для диспергирования нанопорошка ZnO в водных суспензиях.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ ЭЛЕКТРОДА ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВС-ЭКСТРУЗИИ

Кылышбаев К.Т.

Научный руководитель: д.ф.-м.н. профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»

Столин А.М.

E-mail: k.kana_91@mail.ru

В настоящее время электроды для наплавки широко востребованы в различных областях промышленности как перспективный материал упрочнения деталей. Процесс наплавки, как метод защиты деталей и восстановления их после износа, применяется давно, и получил широкое распространение, как в промышленности, так и в быту.

Принципиально новый подход организацию технологического процесса получения электродов открывает метод СВС-экструзии. Данный метод получения длинномерных тугоплавких изделий, сочетая в себе процесс горения экзотермической смеси исходных компонентов и сдвиговое деформирование горячих продуктов синтеза, обеспечивает синтез материала и получение изделия в одной установке. С использованием СВС-экструзии изготовление электродов существенно упрощается, синтез материала и формирование заготовок происходят за несколько секунд в одном технологическом цикле. Применение карбида титана в качестве упрочняющей фазы в износостойких покрытиях перспективно ввиду его относительной дешевизны по сравнению с другими металлическими карбидами высокой твердости.

Целью настоящей работы стало изучение особенностей микроструктуры наплавленного слоя, полученного электродуговой наплавкой СВС-электродами на основе карбидтитанового твердого сплава марки СТИМ-2/30. На основе результатов рентгеноспектрального и рентгенофазового анализа поверхности наплавленного слоя установлено, что зерна карбида титана расположены в матрице железа и кобальта, которые образовали между собой сплав FeCo.

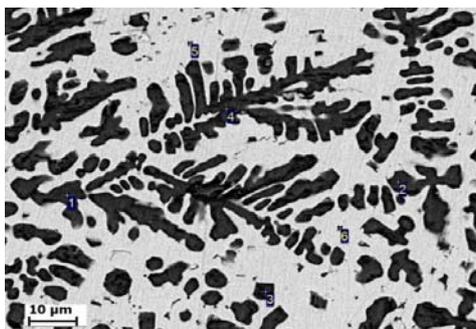


Рисунок 1 - Микроструктура верхнего наплавленного слоя.

ПОЛУЧЕНИЕ НОСИТЕЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

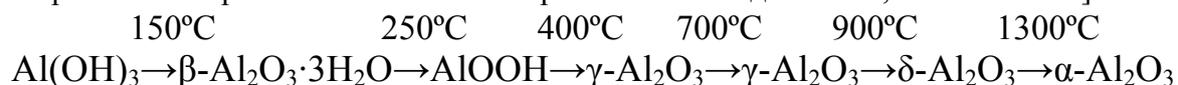
Ливанова А.В.

Научные руководители: д.ф.-м.н., заведующий лабораторией каталитических исследований Томского государственного университета Курзина И.А.; младший научный сотрудник лаборатории каталитических исследований ТГУ Зыкова А.П.

E-mail: truelivanova@mail.ru

Оксид алюминия обладает уникальными свойствами, поэтому его применяют в разных областях производства, в частности, в качестве носителей катализаторов для переработки углеводородного сырья. Однако, катализаторы, получаемые традиционными способами, имеют ряд недостатков: нестабильность фазового состава при использовании, неоднородность структуры, широкое распределение пор по размерам, которые приводят к снижению эффективности процесса и др. Поэтому целью работы является исследование морфологических и физико-химических характеристик оксидов-гидроксидов алюминия, полученных гидротермальным синтезом нанопорошка алюминия.

Известно, что оксид алюминия имеет несколько полиморфных состояний, устойчивость которых зависит от фазового состава и условий его дегидратации. [Мороз Э.М. Рентгенографическая структурная диагностика наноматериалов // Успехи химии. – 2011. – № 4. – С. 315–334]. Поэтому свойства оксидов алюминия будут определяться структурными особенностями многочисленных модификаций, которые получаются при дегидратации оксидов-гидроксидов при определенных температурах, согласно данной схеме [Ильин А.П., Громов А.А. Окисление сверхтонких порошков алюминия и бора. – Томск: Изд-во ТПУ, 1999. – 131 с.]:



В настоящей работе показано, что полученные в результате гидротермального синтеза нанопорошка алюминия оксиды-гидроксиды алюминия имеют площадь удельной поверхности $\sim 245,6 \text{ м}^2/\text{г}$. Установлено, что в структуре оксидов-гидроксидов наблюдается средний размер пор $\sim 8 \text{ нм}$, при этом поры имеют нормальное распределение по размерам и лежат в интервале от $\sim 4 \text{ нм}$ до $\sim 17 \text{ нм}$, что говорит об очень узком распределении. Данная структура оксидов-гидроксидов алюминия позволяет использовать их в качестве носителей. За счет высокой удельной поверхности и больших пор возможно равномерное нанесение и распределение активных элементов, которые в дальнейшем будут выступать в качестве катализаторов.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ СИСТЕМЫ FE-O С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Ломакина А.А.

Научные руководители: д.т.н., профессор
Томского политехнического университета Сивков А.А., к.т.н.,
доцент Томского политехнического университета Ивашутенко А.С.

E-mail: lomakina-a-a@mail.ru

Ультрадисперсный порошок (УДП) оксида железа получен плазмодинамическим методом в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы. Струя в замкнутом объеме камеры-реактора (КР) генерируется импульсным, сильноточным, коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) со стальными электродами [Сивков А.А., Найден Е.П., Герасимов Д.Ю. Прямой динамический синтез нанодисперсного нитрида титана в высокоскоростной импульсной струе электроразрядной плазмы // Сверхтвердые материалы. – 2008. – № 5. – Р. 33-39].

В работе были приведены эксперименты по изучению фазового состава УДП оксида железа в различных условиях: 1) свободное истечение гиперскоростной железосодержащей плазмы в воздушную атмосферу и 2) те же условия, но с использованием воды (1 мл) в качестве дополнительного окислителя и источника первичной плазмы.

Полученный УДП был исследован на предмет – фазового состава и магнитных свойств. Количественный структурно-фазовый анализ дифрактограмм оценочного характера проведен с помощью программы полнопрофильного анализа Powder Cell 2.4 и базы структурных данных PDF4+, который показал наличие четырех основных фаз оксида железа: Fe_3O_4 , $\gamma-Fe_2O_3$, $\epsilon-Fe_2O_3$, $\alpha-Fe_2O_3$.

Процентное содержание масс показывает, что наличие магнитных фаз в экспериментах с добавлением воды гораздо выше, чем без неё.

Кроме этого в работе были проведены исследования магнитных свойств полученного материала, путем отжига в воздушной атмосфере при $600^\circ C$ с изотермической выдержкой в течении 60 мин.

Обоснование разных величин удельной намагниченности насыщения синтезируемых железосодержащих порошков проведено с использованием сканирующей электронной микроскопии. В соответствии с известными представлениями [Куцевская Н.Ф. Магнитные Fe - Co - Ni наночастицы, полученные восстановлением из смеси оксалатов // МАТЕРИАЛОЗНАВСТВО. – 2007. – № 11. – С. 93-98] удельная намагниченность насыщения снижается с уменьшением размеров магнитных наночастиц.

АЛЮМИНИЕВЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ: ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Карепина Е.Е.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: karepina_ee@mail.ru

Благодаря интенсивному росту промышленного производства нанопорошков их ежегодное потребление на мировом рынке к 2015 году составит 1 трлн. долларов [R.J. Aitken, Occupational Medicine – 2006. – Vol.56. – P. 300–306.]. Согласно маркетинговому анализу всех производимых нанопорошков доля нанопорошка алюминия составляет 2,1 % (третье место среди металлических порошков после Ni и Cu, годовой объем производства составляет ~ 1250 тонн) [Электронный ресурс. Режим доступа: Abercade Consulting <http://abercade.ru/research/analysis/67.html>].

Нанодисперсные порошки алюминия находят применение в водородной энергетике [Ильин А.П., Известия Томского политехнического университета. - 2007. – Т.311. - С.10-14], в качестве добавок к топливам космической [L. Galfetti, Journal of physics: condensed matter. - 2006. – V.18 - P.1991–2005.] и гражданской промышленности [J.S. Basha, International Journal of Vehicle Design. - 2012. – V.59. - P.164 - 181]. Например, в работе [Luca L. T., Combustion, Explosion and Shock Waves. - 2005. – V.41. - P. 680-692] показано, что добавление наночастиц алюминия способствует увеличить скорость и теплоту сгорания топлив. При этом скорость горения твердого ракетного топлива может быть в 5-20 раз выше при использовании нанопорошков алюминия в сравнении с добавлением частиц более крупных размеров. Наночастицы алюминия применяются в качестве добавок к защитным коррозионностойким покрытиям [Tallman D. E., Applied Surface Science. - 2008. - V. 254. - P. 5452-5459], распыляясь дисперсией. Слой толщиной 10-13 нм достаточно для эффективного действия покрытия [Kim H.G., Current Applied Physics. - 2013. - Vol.13. - Is.7. - P.1218-1224] Кроме того, внесение в состав покрытия алюминиевых частиц приводит к электрической бистабильности [Tseng C.-W., Organic Electronics. - 2012. - Vol.13. - Is.8. - P.1436-1442].

Также наночастицы алюминия находят применение в процессах спекания керамики. Так, добавление 5-10 % алюминиевых наночастиц в обычную алюминиевую пудру улучшает процесс спекания керамики, с высокой производительностью теплопередачи и повышенной плотностью [Azonano: The A to Z of Nanotechnologies. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3257#6>].

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОЧИСТКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН В РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Немзорова М.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры химии и химической
технологии Новосибирского государственного технического

университета Баннов А.Г.

E-mail: nemzorova.m@mail.ru

Углеродные нановолокна (УНВ) представляют собой волоконно-трубчатые или нитеподобные, наноразмерные углеродные формирования, на конце которых находится частица катализатора. Исследования в области синтеза УНВ перспективны благодаря более простой технологии синтеза, повышенной степени чистоты и низкой стоимости по сравнению с другими углеродными наноматериалами. Они могут применяться как эффективный усиливающий и функциональный наполнитель композитов, катализатор и носитель катализаторов, а также в качестве промышленных сорбентов.

Основным способом получения нановолокон является метод каталитического разложения углеводородов, поэтому в готовом продукте присутствует остаточное количество катализатора. Очень высокое число работ посвящено исследованию химической обработки и функционализации УНВ, однако, вопросу об эффективности удаления катализатора из нановолокон уделено слишком мало внимания, несмотря на то, что степень чистоты материала сильно влияет на его качество.

Цель данной работы - исследование динамики очистки УНВ от остатков катализатора в растворах азотной кислоты.

В задачи работы входило: исследование влияния времени обработки УНВ в растворах азотной кислоты; исследование влияния концентрации азотной кислоты на содержание остаточных включений катализатора в УНВ.

В результате работы была выявлена зависимость зольности УНВ от концентрации HNO_3 в растворе, продолжительности обработки. На основании полученных данных были сделаны следующие выводы:

- Основная стадия очистки исследуемого материала происходит в течение 3-х часов. Использование продолжительности обработки величиной более 3 ч. – нецелесообразно.
- С уменьшением концентрации окислителя зольность образца понижается, что указывает на повышение эффективности очистки УНВ.

Таким образом, на условия очистки УНВ влияют как температурные режимы, так и временно-концентрационные параметры процесса.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ КЕРАМИК $Al_2O_3 - ZrO_2$ Нургысанова А.Е.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Лямина Г.В.

E-mail: nurgysanova@mail.ru

Одним из материалов, который обладает высокой износостойкостью и высокой твердостью, способный выдерживать воздействие высоких температур и воздействие агрессивных химических сред является корундо-циркониевая керамика.

Если перевести структуру корундо-циркониевой керамики в нанокристаллическое состояние, то материал будет иметь высочайшие эксплуатационные свойства, которые будут востребованы в разных отраслях промышленности. Корундо-циркониевая керамика имеет величину коэффициента трещиностойкости $K_{1C} \approx 30..40 \text{ МПа}^{1/2}$ и прочность на изгиб $\sigma_{изг} \approx 8000 \text{ МПа}$ [А.С. Ивашутенко. Корундо-циркониевая нанокерамика, полученная с использованием высокоинтенсивных потоков энергии. – Автореф. дисс., Томск, 2010].

На сегодняшний день существуют различные способы получения наноструктурной керамики. Такие как, химическое осаждение, которое заключается в осаждении различных соединений металлов из растворов их солей с помощью осадителей [Круглова М.А., Ярошенко М.П. Методы получения и характеристика оксидной системы $Al_2O_3-ZrO_2$ // Журнал прикладной химии. – 2007. – №9. – С. 1461-1467]; осаждение, где перемешивание проводится в ультразвуковом поле [Дмитриев М.С., Кочетова Н.А., патент - Способы получения композиционных нанопорошков]; метод синтеза неорганических материалов из специально приготовленных коллоидных растворов [Julio D., Alberto F., Ignacio R., Merced M., Tomas V. Синтез и свойства нанопорошков $Al_2O_3-ZrO_2$, полученных золь-гель методом: влияние растворителя и добавление воды // Materials Sciences. – 2012. – № 3. – P. 650-657].

Наиболее эффективным методом в настоящее время является метод распылительной сушки, основанный на высушивании продукта путем испарения находящегося в нем растворителя за счет подачи горячего воздуха. Преимущества данного метода: сушку можно проводить в широких температурных пределах, высушенный продукт получается высокого качества, не требующий дальнейшего измельчения, обладает повышенной растворимостью, данный процесс дает возможность достигнуть высокой производительности по высушиваемому материалу, что не маловажно при получении наноразмерного продукта [Лыков М.В., Леончик Б.И. Распылительные сушилки, М.: Машиностроение, 2000. – 332 с.].

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Si-Al-N

Пузанова К.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры физики высоких технологий в машиностроении Томского политехнического университета Сергеев В.П.
E-mail: retc@ispms.tsc.ru

Покрытия на основе нитридов кремния – алюминия применяются в условиях высоких ударных нагрузок при высоких температурах [Сергеев В.П., Федорищева М.В. Структура и термомеханические свойства покрытий на основе Si-Al-N при их осаждении методом импульсного магнетронного распыления // Известия ТПУ. – 2011. – Т. 329. – № 2. – С. 103-108].

Целью данной работы является исследование структурно-фазового состояния и механических свойств наноструктурных покрытий на основе Si-Al-N, полученных методом магнетронного напыления.

В качестве материалов для исследования использовали стекло марки КВ как исходный материал и стекло той же марки с нанесенным на него покрытием Si-Al-N.

Методом МРСА был определен элементный состав покрытия на основе Si-Al-N. Содержание элементов в покрытии составляет Si – 12,9 ат.%, Al – 36,9 ат.%, N – 50,2 ат.%. .

Методами ПЭМ, РСА и МРСА установлено, что магнетронное покрытие на основе Si-Al-N представляет собой сложный аморфно-нанокристаллический агрегат, в котором содержатся образования трех масштабных уровней. Покрытие состоит из нескольких фаз: нитрида алюминия AlN, нитридов кремния в двух модификациях α -Si₃N₄ и β -Si₃N₄.

Для кварцевого стекла с покрытием на основе Si-Al-N и без него была измерена микротвердость и рассчитаны значения приведенного модуля упругости E^* , коэффициента упругого восстановления k_y и адгезии F_a . Эти данные приведены в таблице 1. Видно, что микротвердость для образцов с покрытием в 3,4 раза выше, чем для образцов без покрытия. Значение приведенного модуля упругости для образца с покрытием превышает значение для кварцевого стекла в три с половиной раза.

Таблица 1 - Механические свойства исследованных образцов

Образец (стекло)	H_m , ГПа	E^* , ГПа	k_y	F_a , Н
Без покрытия	9,26±0,58	75,1	0,48	-
С покрытием	31,6±3,6	264,7	0,91	11,2±0,5

ОДНОСТАДИЙНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ Fe@C С КОВАЛЕНТНО-МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Рогов И.С., Сургутская Н.С.

Научный руководитель: к.х.н., заведующий кафедрой общей и неорганической химии Томского политехнического университета
Галанов А.И.

E-mail: ris92@mail.ru

Актуальным направлением в химии наноматериалов является синтез наночастиц с органомодифицированной поверхностью [Seo W.S. et al., // Nature Materials. – 2006. – № 5. – P. 971-976]. Существующие методы синтеза таких материалов включают ряд отдельных стадий: получение наночастиц, синтез модификатора, и последующую функционализацию [Grass R.N. et al. // J. Mater. Chem. – 2006. – № 16. – P. 1825–1830]. Поэтому актуальной задачей является разработка метода получения органомодифицированных наночастиц металлов покрытых углеродом, основанного на одновременном формировании наноматериала и модификации его поверхности.

Нами был предложен метод *in situ* получения модифицированных наночастиц Fe@C–NO₂, основанный на использовании в качестве модификаторов аренидазоний додецилбензолсульфонатов [Гусельникова О.А. и др., Изв. АН Серия химическая. – 2014. – № 1. – С. 289-290], которые обладают ярко выраженными липофильными свойствами, что делает возможным получение поверхностно-функционализированных наночастиц металлов, покрытых углеродом напрямую методом электроискрового диспергирования [Галанов А.И. и др. // Перспективные материалы. – 2010. – № 4. – С. 49-55], как представлено на схеме:



В рамках работы были исследованы физико-химические особенности полученных наночастиц ИК-спектроскопии, ТГА/ДСК/ДТА, РФА, БЭТ и электронной микроскопии. Полученные наночастицы имеют нормальное распределение по размерам со средним диаметром частиц 150 нм, присутствие соли в растворе не изменяет состав кристаллической фазы наноматериалов, получаемых аналогичным методом, а количество функциональных групп на поверхности составляет ммоль/г.

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОКСИДА ТИТАНА И ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Смороков А.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Томского политехнического
университета Крайденко Р.И.

E-mail: wolfraum@yandex.ru

При производстве деталей их политетрафторэтилена образуются потери в виде стружек и щепок. Из-за необычных свойств политетрафторэтилена эти отходы не используются в производстве. Одним из решений данной проблемы является создание композитного материала на основе политетрафторэтилена и оксида титана [Любешкина Е.Г. Вторичное использование полимерных материалов, 1985. – 192 с.]. Для реализации данной идеи был использован процесс перегонки ПТФЭ с гексафторотитанатом аммония с последующим осаждением в аммиачной воде.

В результате осуществления данного процесса было установлено, что наиболее оптимальным количеством гексафторотитаната аммония является 30%, так как достигается наибольший выход конечного продукта в виде порошка [Галкина Н.П. Основные свойства неорганических фторидов, 1975. - 400 с.].

При проведении ИК-спектроскопии было доказано наличие связей С–F, характерные для ПТФЭ. Кроме полос, характеризующих связи С–F, имеются полосы, характеризующие $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$ (736 см^{-1} - эта полоса характеризует связь Ti–F в комплексном ионе TiF_6^{2-}) [Мельниченко Е.И., Крысенко Г.Ф., Эпов Д.Г., Журнал неорганической химии. – 2004. – № 12. – С. 190–194].

По результатам рентгенографического анализа установлено, что смесь имеет в наличии 2 компонента.

Результат измерения функции радиального распределения образца титанового фторполимерного порошка представляет собой диаграмму распределения частиц по размерам. Значение среднего гидродинамического диаметра частиц составил 2424 нм. Такое значение среднего диаметра подтверждает высокую степень агломерации частиц образца, но агломерация не так явно выражена, а представляет собой скорее всего крупные частицы облепленные мелкими.

Далее было проведено мапирование, которое позволяет увидеть распределение элементов на микрофотографии. Анализируя результат анализа получили, что в синтезированных образцах присутствует TiO_2 , причем их присутствие локализовано в том месте, где есть атом Ti, присутствуют и атомы O [Кантаев А.С. Разработка эффективной технологии получения ультрадисперсных порошков политетрафторэтилена и композитов на их основе, диссертация. – С. 117-126].

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТЖИГА НА МОРФОЛОГИЮ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Тайыбов А.Ф.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Лямина Г.В.

E-mail: tayybov@tpu.ru

В настоящее время всё большее значение среди различных методов производства наноматериалов приобретают химические методы получения различных классов химических соединений в нанодисперсном состоянии. Этот факт, очевидно, связан с тем, что данные методы сочетают технологическую простоту и экономичность с довольно высоким качеством получаемого продукта.

В настоящей работе, для получения нанодисперсного Al_2O_3 , применяли метод прямого химического осаждения, основанный на реакции получения гидроксидов металлов с последующей их дегидратацией и восстановлением. Целью работы было оценить влияние температуры отжига на морфологию и фазовый состав порошков Al_2O_3 .

Использовали 1 М водный раствор нитрата алюминия и аммиак в качестве осадителя. Отжиг порошка, был проведен при пяти различных режимах: 1) $T=1200^\circ C$; 2) изотермическая выдержка при $T=1200^\circ C$ 3 часа; 3) $T=550^\circ C$ (1 ч.), $T=1200^\circ C$ (3 ч.); 4) $T=550^\circ C$ (2 ч.), $T=1200^\circ C$ (1 ч.); 5) $T=550^\circ C$ (2 ч.), $T=1200^\circ C$ (3 ч.).

Проведенный рентгенофазовый анализ показал, что все порошки находятся в фазе α -корунда. Из СЭМ-изображений (рис. 1) видно, что особо крупные агломераты наблюдаются при предварительной изотермической выдержке образцов при $550^\circ C$ (рис. 1, 4, 5). Наиболее деагломерированы порошки, которые нагревали до температуры $1200^\circ C$ без изотермической выдержки (рис. 1, 1).

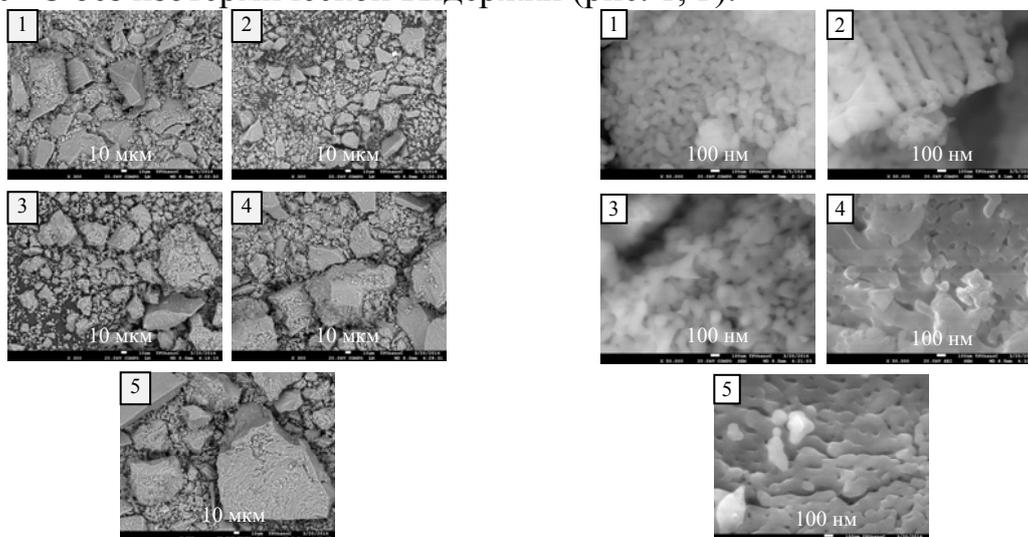


Рисунок 1 - СЭМ-изображения Al_2O_3 отожженных при пяти различных режимах

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНОГО $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$ Хрусталева К.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Воронова Г.А.

E-mail: K.Khrustaleva@gmail.com

Активный оксид алюминия ($\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$) - это аморфное вещество. Оксид алюминия активный является хорошим гидрофильным адсорбентом с сильно развитой пористой структурой, адсорбционные свойства которого по отношению к парам воды близки к свойствам мелкопористого силикагеля [Дубов Д.А., Снытников В.Н. Получение нанопорошков тугоплавких оксидов методом лазерного испарения // Сборник научных трудов НГТУ. – 2005. – № 4].

Осушка активным оксидом алюминия наиболее эффективна при относительно большой исходной влажности осушаемых потоков.

Области применения:

- Осушитель в химической промышленности;
- Носитель катализаторов;
- Осушка природного газа и других углеводородных газов в сжиженном и газообразном состоянии.

Методы получения нанопорошков имеют ряд характерных свойств, отличающих их от методов получения обычных порошков. Наиболее существенными из этих свойств являются, во-первых, малый размер частиц (1 ÷ 100 нм) и узкий диапазон распределения частиц по размерам, во-вторых, высокая скорость образования центров зарождения частиц при низкой скорости их роста, в-третьих, повышенные требования к управляемости процесса образования частиц.

Все группы методов нанопорошков можно условно разделить на две группы [Григорьев С.Н., Грибков А.А. и др. Технологии нанообработки // Старый Оскол ТНТ. – 2008. С. 238 – 242]. К первой группе относят технологии, основанные на физических процессах (плазмохимический синтез, электрический взрыв проволоки и др.). Вторая группа технологий основана на химических процессах получения нанопорошков (пиролиз, золь-гель метод и др.). Общей чертой этой группы является проведение химических реакций с использованием солей [Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. – М.: Наука-Физматлит, 2007 – 416 с].

УПРОЧНЯЮЩИЙ ЭФФЕКТ ЧАСТИЦ ВОЛЬФРАМАТА ЦИРКОНИЯ НА ПРИМЕРЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КОМПОЗИТОВ

Шадрин В.С.

Научный руководитель: инженер Института физики прочности и материаловедения СО РАН Дедова Е.С.

E-mail: vshadrin91@gmail.com

Возможность применения компонентов с аномальными тепловыми свойствами в технологии композиционных материалов в последние годы вызывает широкий научный интерес. В этом смысле вольфрамат циркония (ZrW_2O_8) является наиболее перспективным из-за значительного отрицательного коэффициента теплового расширения (КТР), равного $-9,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$, в диапазоне температур от -270 до $770 \text{ }^\circ\text{C}$. Различие КТР матрицы и упрочняющей добавки может привести к росту механических характеристик вследствие формирования внутренних сжимающих напряжений в композите.

Образцы композиционных материалов были изготовлены методом холодного прессования с последующим спеканием при $600 \text{ }^\circ\text{C}$ из смеси порошков Al (т.ч.) и ZrW_2O_8 , полученного гидротермальным синтезом [Дедова Е.С., Известия высших учебных заведений. М.: Физика, 2013], в различных весовых отношениях.

Исследование микроструктуры образцов проводилось методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). На полированной поверхности наблюдались белые включения, в среднем по размеру не превышающие 1 мкм . С ростом количества добавки вольфрамата циркония количество включений увеличивалось. Элементный анализ показал, что включения содержат атомы Zr, W и O в соотношении, удовлетворяющем стехиометрии соединения ZrW_2O_8 . Рентгенофазовый анализ показал, что на дифрактограммах фиксируются только пики, принадлежащие кубическому алюминию и кубической модификации вольфрамата циркония. Параметры решетки компонентов отличаются от данных, представленных литературе [Mary T.A. Negative Thermal Expansion from 0.3 to 1050 Kelvin in ZrW_2O_8 // Science. – 1996. – № 272. – P. 90-92]. Это может быть вызвано микролегированием матрицы, вследствие взаимодействия компонентов в процессе спекания, или наличием внутренних напряжений. В последнем случае в рамках модели линейно-напряженного состояния можно оценить вид и величину напряжений: напряжения сжатия, 260 МПа .

Механические испытания образцов при одноосном сжатии, а также определение микротвердости по Виккерсу (HV) показали, что введение вольфрамата циркония в качестве упрочняющей добавки приводит к повышению механических свойств композитов Al – ZrW_2O_8 по сравнению с аналогичными свойствами чистого алюминия на 25% .

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В СИСТЕМЕ УГЛЕРОД-ВОЛЬФРАМ

Шатрова К.Н.

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры электроснабжения
промышленных предприятий Томского политехнического университета
Сивков А.А.

E-mail: kns2@tpu.ru

Карбид вольфрама играет важную роль в технике и производстве и используется при изготовлении инструментальных материалов.

Одним из перспективных путей получения карбида вольфрама является синтез в газофазовой системе, используя вольфрам и углерод в качестве исходных реагентов.

В представленной серии экспериментов такая система взаимодействия реализуется с помощью импульсного сильноточного коаксиального магнитоплазменного ускорителя с графитовыми электродами [Сивков А.А., Пак А.Я. // Патент РФ № 2431947. H05H 11/00, F41B 6/00. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель. Опубл. 20.10.2011., Бюл. №29].

По данным рентгеновской дифрактометрии полученный материал состоит из нескольких ультрадисперсных кристаллических фаз: карбидов вольфрама WC_{1-x} и W_2C , вольфрама W и графита C . Причем основную часть продукта синтеза (более 96% масс) во всех экспериментах составляет нестехиометрическая фаза карбида вольфрама WC_{1-x} . Количественный анализ был проведен с помощью метода независимых эталонов [Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электроннооптический анализ. - Изд-во «Металлургия», 1970, 2-е изд., с. 366].

По данным просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения полученный продукт состоит из двух основных типов объектов. Первый – округлые частицы, размерами до 100 нм, соответствующие фазам карбида вольфрама. Второй – менее плотные объекты, представляющие собой наноразмерный графит.

Согласно гистограммам распределения частиц по размерам, построенным по многочисленным ТЕМ-снимкам, размер частиц во всех экспериментах практически не превышает 50 нм, а явно выраженный максимум распределения приходится на диапазон от 10 до 20 нм.

Для каждого из экспериментов были рассчитаны параметры кристаллических решеток фазы WC_{1-x} . А также было обнаружено, что периоды элементарных ячеек кубического карбида вольфрама находятся в квадратичной зависимости от удельной энергии, которая представляет собой отношение энергии источника питания ускорителя к массе исходных реагентов.

СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОЛИТИТАНАТОВ КАЛИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЛЯМИ НИКЕЛЯ (II) И ЖЕЛЕЗА (III) В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Шиндров А.А.

Научный руководитель: к.х.н., заведующая кафедрой химии
Саратовского государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А. Третьяченко Е.В.

E-mail: shindrik.ru@mail.ru

Полититанаты калия (ПТК) представляют собой группу соединений, имеющих химическую формулу $K_2O \cdot nTiO_2$ ($2 < n < 6$) и слоистую структуру. Их основное отличие от других производных диоксида титана – высокая ионообменная емкость благодаря большой величине межслойного расстояния (до 2 нм). Это позволяет синтезировать полититанаты калия с регулируемым содержанием переходного металла (в пределах от долей до десятков процентов).

Целью данной работы является получение наноразмерных полититанатов калия, модифицированных солями никеля (II) и железа (III), а также изучение влияния условий синтеза на состав образующихся материалов.

Отмечено, что значение водородного показателя определяет доминирование одного из нескольких возможных процессов взаимодействия ионов переходных металлов с полититанатом калия. В сильно кислой среде (до pH 3,5 для никеля и до pH 2,5 для железа) преобладает ионный обмен $nK^+ \leftrightarrow Me^{n+}$, приводящий к интеркаляции ионов переходных металлов в структуру ПТК. При $pH > 7,5$ в зависимости от начальной концентрации соли происходит образование оксида/гидроксида никеля как в виде наночастиц, хаотично расположенных на поверхности ПТК, так и в виде отдельной фазы. Подобные процессы для железа начинаются уже при pH выше 5,5. Промежуточные значения водородного показателя водной суспензии, способствуют протеканию обоих указанных процессов.

Согласно результатам элементного анализа, с увеличением pH среды содержание никеля и железа в образующихся гетероструктурных материалах в пересчете на оксиды возрастает в интервалах 0,7 – 20,5 и 2,3 – 19,6 масс.%, соответственно.

Таким образом, варьируя условия процесса обработки полититаната калия (значение pH, концентрацию соли), можно синтезировать одно- и двухфазные материалы-прекурсоры с регулируемым химическим составом, позволяющие при дополнительной термической обработке получать функциональные керамические материалы различного фазового состава и назначения (фотокатализаторы, керамические диэлектрики и ферромагнетики).

ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК Cu_2S , ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ P- $\text{Cu}_2\text{S}/\text{N-ZnO}$ ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шлома Ю.П.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Ан В.В.

E-mail: shlomajulia@mail.ru

Возрастание энергопотребления является характеризующей особенностью деятельности современного человечества. До недавнего времени не возникало трудностей с развитием энергопотребления, так как рост производства электроэнергетики возрастал в основном за счет увеличения добычи полезных ископаемых. На данный момент более 75% электроэнергии вырабатывается путем сжигания минерального и органического топлива, но уже сейчас энергетика столкнулась с ситуацией истощения своей традиционной сырьевой базы. Становится труднее сохранить высокие темпы развития энергетике, основываясь лишь на добычу ископаемых источников энергии. Атомная энергетика на сегодняшний момент столкнулась с резким увеличением затрат на обеспечение безопасности работы ядерных объектов.

Подобными обстоятельствами определяется возрастающий интерес к возобновляемым источникам энергии, широкое использование которых в будущем не приведет к нарушению экологического баланса Земли. Повышенный интерес к фотоэлектрическому методу преобразования энергии обусловлен реальной возможностью создания стабильных в эксплуатации, дешевых и высокоэффективных солнечных элементов (СЭ).

Большую часть производства солнечных элементов занимают дорогостоящие фотовольтаические элементы на базе поликристаллического Si. В связи с этим, определенный потенциал имеют гетеропереходные структуры сульфид металла / оксид металла.

В данной работе используются тонкие пленки Cu_2S , получаемые магнетронным распылением наноструктурных мишеней. Мишени изготавливаются из наноструктурного Cu_2S , полученного СВС. Пленки наносились в экспериментальной установке для нанесения тонкопленочных покрытий, которая была создана на базе серийного оборудования ННВ-6 "Булат".

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОКСИДНОЙ ПЛЁНКИ НА НАНОПОРОШКАХ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ

Яхияева Ж.Е.

Научные руководители: к.т.н., старший научный сотрудник
кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных
материалов НИТУ «МИСиС» Дзидзигури Э.Л.,
аспирант, инженер кафедры функциональных наносистем и
высокотемпературных материалов Лысов Д.В.

E-mail: j_a_n_s_i@mail.ru

Использование наноматериалов в различных сферах техники и производства – перспективное направление современного материаловедения. Интенсивный прогресс в области применения наночастиц металлов обуславливает изучение их свойств.

Известно, что наноматериалы очень часто являются пирофорными. В связи с этим актуальной проблемой при изучении и применении нанопорошков (НП), особенно металлических, является защита частиц от окисления. Для стабилизации НП проводят пассивацию, которая осуществляется нанесением на их поверхность различного рода защитных слоев. Как правило, это оксидная пленка, толщина и структура которой определяется природой и дисперсностью металла. Далее при хранении этих НП при комнатной температуре на воздухе происходит ряд процессов, результатом которых является увеличение толщины оксидной пленки, изменение состава и структуры оксидного слоя на поверхности частиц.

В связи с этой задачей работы являлось изучение окисления при нагревании и при выдержке на воздухе в условно герметичной упаковке НП Co и Ni, полученных методом химического диспергирования при различных условиях.

Результаты исследования фазового состава образцов Co показали, что нанопорошки в зависимости от условия получения содержат фазы α -Co, β -Co, CoO и Co(OH)₂. Наличие гидроксида и оксида в НП кобальта, полученных при низких температурах восстановления, объясняется недовосстановлением материала. В образцах Ni, полученных при различных условиях, рентгенографически наблюдалось только фазы металлического никеля.

Установлено по электронно-микроскопическим исследованиям, что форма порошков Co и Ni близка к сферической. На поверхности наночастиц исследуемых материалов обнаружена тонкая оксидная пленка, которая является продуктом вторичного окисления. По результатам СЭМ-исследований были рассчитаны средние размеры НП кобальта и никеля, построены гистограммы распределения по размерам.

Предложена методика расчета толщины оксидной пленки на поверхности наночастиц.

МОДИФИЦИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ПОИАНИЛИНОМ

Аносова И.В.

Научный руководитель: к.х.н., Тамбовского государственного
технического университета Дьячкова Т.П.

E-mail: anosowa_i_w@mail.ru

Композиты на основе углеродных дисперсных носителей (углеродные нанотрубки (УНТ), графен), модифицированных полианилином (ПАНИ), имеют перспективы широкого применения в качестве электродных материалов химических источников тока и суперконденсаторов. В связи с этим изучение закономерностей процессов модифицирования поверхности углеродных наноматериалов полианилином и исследование и свойств полученных композитов являются актуальными.

В настоящей работе подтвержден экзотермический характер окислительной полимеризации анилина, установлено катализирующее действие на нее УНТ и многослойного окисленного графена (МГО) и снижение доли олигомерных фракций в полианилине в присутствии наноуглеродных темплатов. Установлено влияние степени предварительной функционализации УНТ карбоксильными группами (D_f) на скорость и тепловой эффект окислительной полимеризации, а также на конечные свойства синтезированных композитов. Установлено оптимальные значения D_f для УНТ различной морфологии, при которых наблюдаются наилучшие электрохимические показатели материалов ПАНИ/УНТ (табл.), а структура модифицирующего покрытия является наиболее однородной.

Таблица. Важнейшие электрохимические свойства композитов ПАНИ/УНТ (80 масс.% ПАНИ)

Модифицируемые УНТ и их геометрические параметры	«Таунит-М» ($d = 8 \div 15$ нм, $l \approx 2$ мкм)				«Таунит-МД» ($d = 30 \div 80$ нм, $l = 20$ мкм)			
	0	0,3	0,5	1,3	0	0,4	0,6	1,1
D_f , ммоль/г	0	0,3	0,5	1,3	0	0,4	0,6	1,1
Удельное электросопротивление, Ом см	5,8	2,5	4,1	2,9	2,4	1,3	2,5	2,3
Удельная емкость, Ф/г	162	190	170	165	120	140	188	168
Удельная поверхность, м ² /г	54	66	104	119	61	58	152	96

Показано, что композиты ПАНИ/МГО с более высоким содержанием наноуглеродного компонента характеризуются лучшей электропроводностью, а наличие стабилизирующих ПАВ в реакционной смеси не сказывается на величине удельного электрического сопротивления. При синтезе композитов с меньшим содержанием МГО, введение диспергатора способствует улучшению проводящих свойств. Полученные результаты важны для разработки промышленных технологий модифицирования наноматериалов полианилином.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ $\text{Ni}_2\text{Mo}_3\text{N}$ НАНОКАТАЛИЗАТОРА

Байгужина А.Н.

Научные руководители: д.т.н, профессор НИТУ «МИСиС»

Левина В.В., аспирант НИТУ «МИСиС» Лейбо Д.В.

E-mail: anar.msh3@mail.ru

В настоящее время производство катализаторов имеет огромное влияние на мировую экономику, так как катализаторы не только делают многие процессы в промышленности дешевыми и способствуют меньшим энергозатратам, но и помогают защищать окружающую среду от загрязнения. В мировой промышленности с помощью катализаторов осуществляется 85 – 90 % всех экономически эффективных технологий. В последнее время резко возрос интерес учёных к каталитическим свойствам нитридов в связи схожими каталитическими свойствами, с металлами 8 группы периодической системы, в различных химических процессах (синтеза аммиака, реакции гидродеазотирования, гидрирования ароматических соединений, в реакциях гидродесульфурзации). Однако, низкая удельная поверхность получаемых материалов и недостатки распространённого метода получения нитрида: длительные выдержки при высоких температурах, большой расход аммиака говорят о необходимости разработки нового метода получения нитридов с улучшенными характеристиками.

Целью настоящей работы являлось разработка перспективного метода получения нитридного катализатора, учитывающая вышеуказанные недостатки. На данный момент синтез биметаллического катализатора может быть осуществлен с использованием прекурсоров, полученных разными видами кристаллизацией смеси растворов металлсодержащих солей в аммиачной воде с последующим их восстановлением в токе водорода.

Полученные образцы исследовались с привлечением методов: термогравиметрии, рентгенофазового анализа, рентгенофлуоресцентного анализа, электронной микроскопии и др. Было приготовлено 4 образца с разными методами кристаллизации с различными никельсодержащими солями. В качестве никельсодержащей соли использовались нитрат никеля 6-водный ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и ацетат никеля $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, а в качестве молибденсодержащей соли аммоний молибденовокислый 4-водный ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). По термогравиметрическому анализу прекурсоров в токе водорода определены температуры восстановления, которые лежат в диапазоне 640 – 670 °С. Фазовый анализ образцов обнаружил наличие фаз Mo и $\text{Ni}_2\text{Mo}_3\text{N}$. Показано, что наиболее перспективным методом получения прекурсоров является выпаривание смеси растворов $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ и $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА, ДОПИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ

Кайралапов Д.У., Иртегов Ю.А.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Ан В.В.

Email: danjamin@mail.ru

Перспективы использования наноструктурных дисульфида молибдена и меди в смазочных материалах определяют повышенный интерес к изучению их свойств. Дисульфид молибдена и медь могут использоваться непосредственно как твердый антифрикционный материал, в качестве противоизносных добавок в жидкие и консистентные смазки, для нанесения антифрикционных покрытий на трущиеся детали различной природы (металлы, полимеры, керамика).

В данной работе исследуется нанослоистый дисульфид молибдена, полученный методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из нанодисперсного порошка молибдена и элементарной серы в атмосфере аргона. Наночастицы меди получали с помощью электроэрозии медных гранул в гексане.

Трибологические исследования разных типов MoS_2 , допированного нанодисперсными частицами Cu , а также смазочных составов на их основе проводили на высокотемпературном трибометре CSEM THT-S-AX0000 по методике «шар на диске». Нормальная нагрузка составляла 5 Н, длительность теста – 30 мин. По данным теста среднее значение коэффициента трения для образца нанослоистого MoS_2 , допированного нанодисперсной медью, при комнатной температуре составило 0,02, в то время как для промышленного MoS_2 , допированного нанодисперсными частицами Cu среднее значение коэффициента трения равно 0,04. Что указывает на более эффективное антифрикционное действие нанослоистого MoS_2 с добавками меди по сравнению с промышленным дисульфидом молибдена.

Секция 2 «Методы исследования и изготовления функциональных материалов»

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА НА СКОРОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ ПОРОШКОВ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ

Абжанова Д.Б.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Годымчук А.Ю.

E-mail: adb_a@mail.ru

Наноматериалы, благодаря своим новым свойствам, нашли широкое применение в таких отраслях, как медицина, электроника, катализ и др. В частности, это наночастицы никеля. Это привело к росту производства порошков, которые во время производства, транспортировки и эксплуатации могут проникать в организм человека через респираторный тракт.

Однако, в настоящее время нет данных о реакционной способности никелевых наночастиц в респираторном тракте и зависимости ее от размера. И это приводит к трудности оценки накопления частиц никеля в респираторном тракте, и следовательно невозможности оценки токсичности.

В данной работе оценивали зависимость скорости растворения никелевых порошков от размера.

В качестве объектов исследования были взяты порошки никеля со средним размером частиц 100 нм и 275 нм. В качестве физиологических жидкостей были выбраны следующие растворы:

1. SLF, водный раствор лимонной кислоты (20 мг/л), моделирующий легочную жидкость;
2. SS, синтетическая слюна (NaCl – 8 г/л, KH_2PO_4 – 0,19 г/л, Na_2HPO_4 – 2,38 г/л);
3. DW, дистиллированная вода.

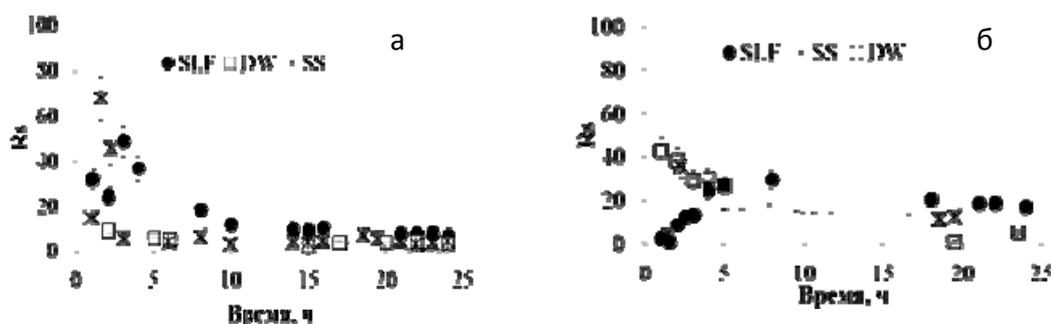


Рисунок 1 - Изменение удельной скорости растворения нано (а) и ультрадисперсного (б) порошков в физиологических жидкостях

КИНЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ

Абжанова Д.Б.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Годымчук А.Ю.

E-mail: adb_a@mail.ru

В настоящее время в литературе нет данных о механизме растворения нанопорошков никеля в физиологических жидкостях. Но эти данные необходимы для оценки растворимости и прогнозирования токсичности наночастиц.

В данной работе оценивали кинетику растворения наночастиц никеля в воде.

В качестве объектов исследования был взят порошок никеля со средним размером частиц 100 нм, полученный методом электрического взрыва проводников.

В целом, концентрация растворенного никеля в центрифугате увеличивается линейно (рис.1,а), но практически с постоянной скоростью. В течение 1-2 минут растворение идет с максимальной скоростью, что, по-видимому, связано с расходом растворяемого вещества, но потом растворение протекает с постоянной скоростью (рис.1,б). Можно предположить, что нанопорошок никеля будет и дальше растворяться, а степень растворения будет достигать больших значений.

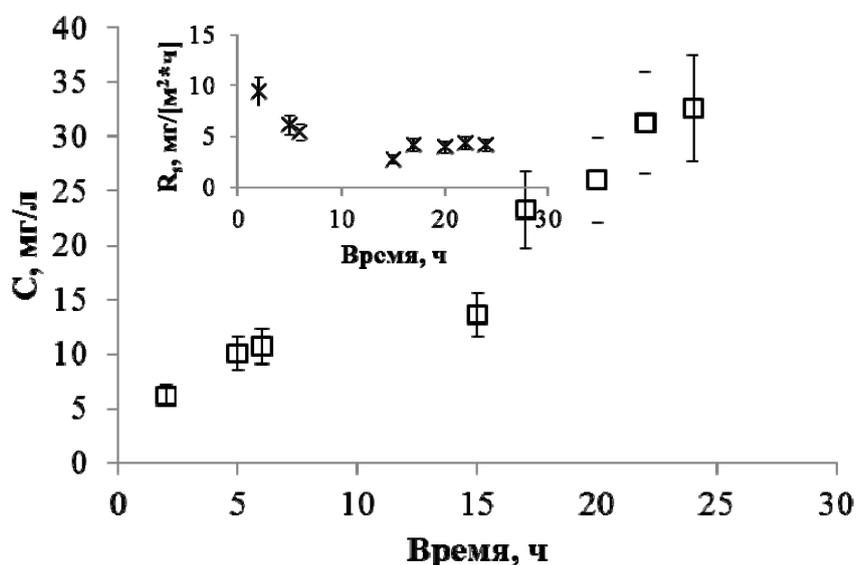


Рисунок 1 - Изменение а) концентрации ионов никеля в центрифугате и б) удельной скорости растворения нанопорошка Ni (R_s) в воде

ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ТИТАНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ТОКА И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРИДА НАТРИЯ

Алексенко И. А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры общей химической технологии Томского политехнического университета Горлушко Д.А.

E-mail: inna.aleksenko92@mail.ru

В настоящий момент существует множество различных способов получения порошков оксида титана [Коробочкин В.В. Автореферат Процессы получения нанодисперсных оксидов с использованием электрохимического окисления металлов при действии переменного тока, Томск, 2004. – 45 с.]. Одним из наиболее перспективных методов является электрохимический синтез на переменном токе.

В представленной работе рассмотрено влияние плотности тока и концентрации электролита на скорость электрохимического разрушения титана под действием тока промышленной частоты.

Проводилась серия экспериментов при постоянной температуре (95 °С). В качестве электролита выступал хлорид натрия (NaCl). Концентрация электролита варьировалась от 3 до 25 % масс., плотность тока – от 0,5 до 2,5 А/см². Скорость разрушения титановых электродов определялась по изменению их массы весовым методом, описанным в [Розенфельд И.Л. М.: Металлургия, 1966. – 348 с.].

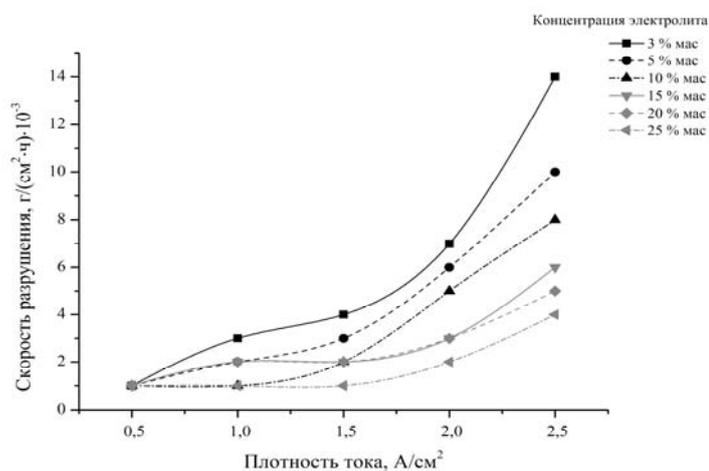


Рисунок 1 - Зависимость скорости разрушения титана от плотности тока

Из рисунка 1 установлено, что при прочих равных условиях увеличение плотности тока и уменьшения концентрации NaCl приводит к увеличению скорости разрушения титана. Полученные однозначные зависимости скорости от плотности тока были ожидаемы, поскольку аналогичные зависимости были получены при электрохимическом окислении других металлов под действием переменного тока.

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИ СИНТЕЗЕ АЛЮМИНАТА КАЛЬЦИЯ-МАГНИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Гавриленко Е.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Мишенина Л.Н.

E-mail: lnm@chem.tsu.ru

В связи с бурным развитием промышленности и увеличением потребности в экономичных источниках света, современная энергетика нуждается во внедрении новых технологий получения люминесцентных материалов. Большое применение нашли люминофоры на основе алюминатов щелочноземельных металлов, активированных редкоземельными элементами, что связано с их эксплуатационными свойствами. При получении люминофоров большую роль играют такие факторы как: условия синтеза, однородность фазового состава алюмината и степень его сформированности.

Для синтеза алюмината кальция-магния мы использовали метод сложноэфирного предшественника, в основе которого лежит золь-гель процесс, поскольку он обеспечивает однородность состава и позволяет контролировать стехиометрию синтезируемого образца.

Целью данной работы являлся синтез алюмината кальция-магния, а также изучение процессов фазообразования и формирования его структуры.

В качестве исходных реагентов использовали водные растворы гидратов нитратов кальция, магния, алюминия и лимонной кислоты в мольных соотношениях компонентов $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}:\text{Al}^{3+}:\text{H}_4\text{Cit} = 1:1:10:12$.

Для исследования процесса формирования алюмината использовали термический анализ (NETZCH STA 449C) прекурсора, результаты которого показали, что образование конечного продукта происходит при температуре выше 900 °С. По данным рентгенофазового анализа, выполненном на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600, формирование продукта синтеза происходит через стадии образования алюмината магния MgAl_2O_4 при 900 °С, алюмината кальция CaAl_2O_4 при 1100 °С, образование сложного алюмината кальция-магния состава $\text{CaMgAl}_4\text{O}_{10}$ происходит выше 1200 °С. Морфологию поверхности и однородность состава прекурсора и готового порошка сложного алюмината исследовали при помощи электронного сканирующего микроскопа Hitachi TM 3000 с приставкой для энергодисперсионного анализа Quantax 70. Микрорентгеноспектральный анализ показал, что соотношения элементов по массе Ca, Mg, Al и O идентичны взятым соотношениям гидратов солей и лимонной кислоты.

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ АЛЮМИНИЯ ЭЛЕКТРОННО- ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Грачева М.Е.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник
Института сильноточной электроники СО РАН Иванов Ю.Ф.

E-mail: L-7755me@mail.ru

Поверхностное легирование с использованием концентрированных потоков энергии (мощные ионные и электронные пучки, потоки плазмы, лучи лазера и т.д.) позволяет существенно повышать свойства металлов и сплавов [Ласковнев А.П., Иванов Ю.Ф., Петрикова Е.А. и др. Модификация структуры и свойств эвтектического силумина электронно-ионно-плазменной обработкой. - Минск: РУП "Издательский дом "Беларуская навука", 2013. – 287 с.].

Цель работы: анализ закономерностей и механизмов упрочнения поверхностного слоя алюминия (А7) комбинированным методом, сочетающим нанесение покрытия (титан, толщина слоя 0,5 мкм) и облучение высокоинтенсивным электронным пучком.

В результате выполнения работы выявлен режим облучения системы пленка (Ti)/подложка (Al) электронным пучком, позволяющий (1) впаивать покрытие в подложку (рис. 1); (2) формировать объемы с высоким уровнем твердости, превышающим твердость алюминия А7 в ~3 раза (области 1 на рис. 1, в); (3) многократно (~7,5 раз) увеличить износостойкость поверхностного слоя.

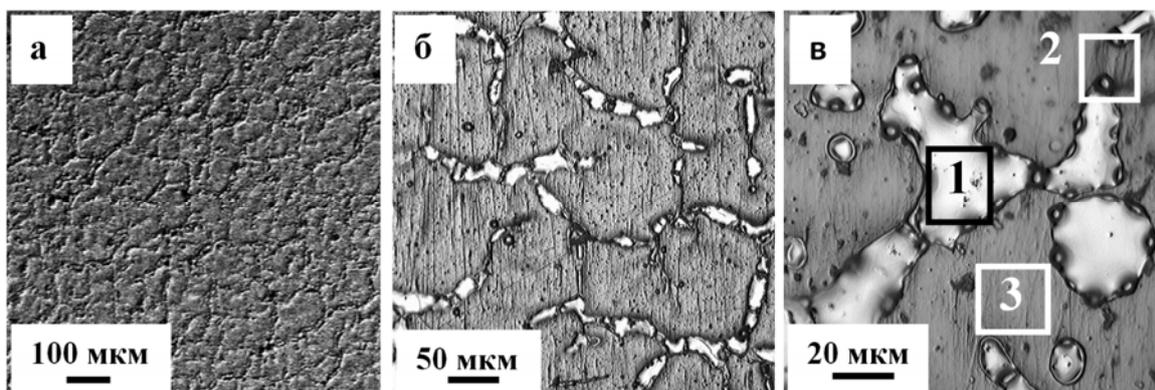


Рисунок 1 - Структура поверхности системы пленка (титан) / подложка (алюминий), облученной высокоинтенсивным электронным пучком; а – изображение получено методами сканирующей электронной микроскопии; б, в – методами оптической микроскопии. На (в) указаны области, в которых была определена микротвердость.

Результаты данных исследований могут быть использованы во многих отраслях промышленности (авиа- и машиностроение, химическая, нефтегазодобывающая, медицина и т.д.) при разработке основ технологии модифицировании деталей машин и механизмов, работающих в парах трения, при высоких контактных нагрузках, в агрессивных средах.

СИНТЕЗ МАГНИОУПРАВЛЯЕМЫХ Pd-КАТАЛИЗАТОРОВ Дранников А.А., Сургутская Н.С.

Научный руководитель: к.х.н., старший преподаватель кафедры биотехнологии и органической химии Томского политехнического университета Постников П.С.

E-mail: student@mail.ru

Одним из интенсивно развивающихся направлений в химии наноматериалов является синтез неорганических гибридных материалов на основе ферромагнитных материалов, проявляющих самые разнообразные свойства. В последнее время широкое распространение получило направление, связанное с синтезом железо-палладиевых наночастиц для получения новых каталитических систем для реакций образования новых С-С связей. Большинство работ по данной тематике включает в себя химический синтез гибридного материала, с активными центрами обеих металлов на своей поверхности. Наиболее актуальным является создание подобных материалов, имеющих на поверхности исключительно активные центры палладия, повышающих селективность его использования в приведенных выше направлениях.

Нами был предложен метод получения наночастиц Fe@C-Pd, основанный на сорбции ионов Pd²⁺, с дальнейшим его восстановлением NaBH₄ на поверхности наночастиц железа, покрытых углеродом [Галанов А.И. и др. Магнитные наночастицы, получаемые электроимпульсным методом, их физико-химические свойства и взаимодействие с доксорубицином и плазмой крови // Перспективные материалы. – 2010. – № 4. – С. 49-55]. В рамках работы была исследована кинетика сорбции палладия на поверхность наноматериалов. Наночастицы анализировали методом РФА (рис. 1), который подтвердил присутствие Pd⁰ на поверхности наночастиц.

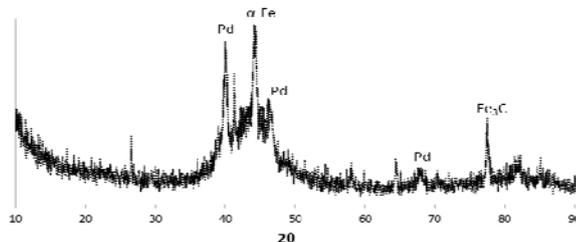
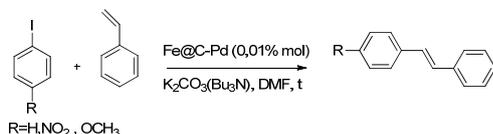


Рисунок 1 - РФА спектр наночастиц Fe@C-Pd

Эффективность полученного катализатора исследовали на реакции Хека, с получением соответствующих производных стильбена, как показано на схеме:



ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК Cu_2S МЕТОДАМИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Дронова М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета Ан В.В.

E-mail: dronova.mariya@mail.ru

Научный интерес к сульфиду меди связан с его особыми оптоэлектрическими свойствами. Для данного материала характерны металлоподобная электрическая проводимость, оптимальные характеристики для преобразования солнечной энергии, для использования в оптических и электрических устройствах. Различные методы получения образцов оказывают существенное влияние на разнообразие стехиометрических форм от Cu_2S до CuS_2 [Жиленко М.П., Эрлих Г.В., Лисичкин Г.В. Получение и модифицирование поверхности наноразмерного сульфида меди // Российские нанотехнологии. – 2009. – №83. – С. 5–6], и как следствие - структуру и морфологию их поверхности. Широкие возможности в исследованиях этой области предоставляет метод атомно-силовой микроскопии. В настоящей работе приведены результаты по АСМ-анализу пленок Cu_2S , полученных методом магнетронного распыления.

По результатам анализа видно, что заданный образец характеризуется сильной шероховатостью и неоднородностью поверхности. Об этом свидетельствуют пустоты, находящиеся на

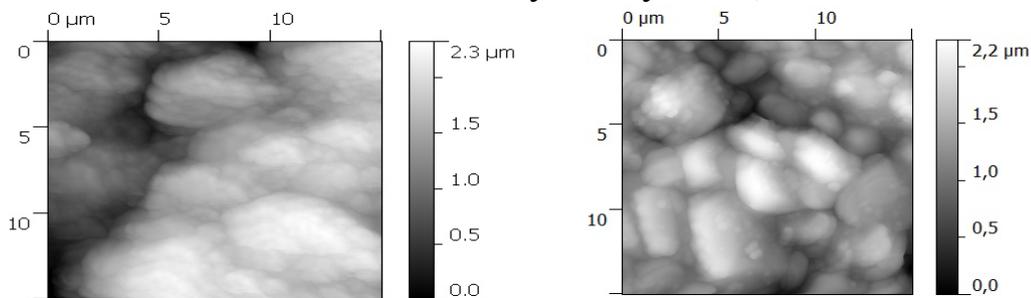


Рисунок 2 – 2D-изображение образца пленки

Рисунок 3 – 2D-изображение подложки

глубине, недоступной для сканирующего зондового датчика. Зерна образца имеют удлинённую форму, их средний размер составляет 2–2,5 мкм.

Средний размер зерен керамики составляет 4 мкм. Суммируя все вышесказанное, пленка Cu_2S , полученная методом магнетронного распыления, повторяет поверхностные свойства керамической подложки. Это говорит о необходимости учета материала подложки при дальнейшем анализе поверхности тонких полупроводниковых образцов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дубинин М.В., Пирожкова Т.С.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент, заместитель директора по
НИР НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы» Тамбовского
государственного университета имени Г.Р. Державина Тюрин А.И.

E-mail: t-s-pir@ya.ru

Современное развитие нанотехнологий, материаловедения и наноматериаловедения, а так же переход к устройствам НЭМС и МЭМС стимулирует исследование вопросов связанных с природой процессов локального деформирования, особенно на микро- и наноуровне, существующих и вновь создаваемых функциональных наноматериалов. При этом прямые исследования в условиях близких к реальной эксплуатации затруднительны и/или практически невозможны. Однако смоделировать условия эксплуатации функциональных материалов, включая наноматериалы и тонкие покрытия в максимально контролируемых условиях возможно методами динамического наноиндентирования. Это позволяет определить и исследовать локальные физико-механические свойства (твердость – H , модуль упругости – E , вязкость разрушения – K_{IC} , коэффициент трения – k_{tr} и др.) современных функциональных материалов.

Поэтому целью работы явилось смоделировать и изучить процессы локального деформирования современных наноструктурных функциональных материалов, а также определить их физико-механические в нано- и микрошкале.

Для исследования применяли методы динамического индентирования, который заключается в одновременном приложении к индентору нормальной и латеральной нагрузок и записи кинетически происходящих при этом процессов. Непрерывная регистрация нормальной и латеральной составляющих сил (F_N и F_L) и смещений (h_N и h_L) позволяет определять локальные физико-механические свойства и исследовать процессы локальной деформации.

Этими методами был определен ряд физико-механических свойств (H , E , K_{IC} , k_{tr} и др.) и их масштабная зависимость; определены активационные характеристики и предложены доминирующие механизмы процессов локального деформирования для ряда функциональных высокопрочных наноструктурированных материалов (керамики на основе ZrO_2 и металлические сплавы на основе WC).

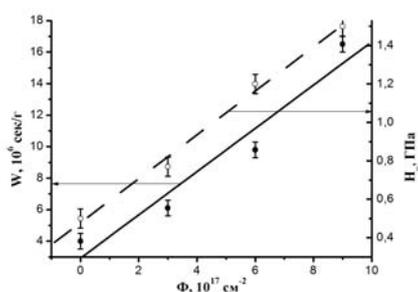
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОДОЗНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ АЗОТА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕДНЫХ ПАР ТРЕНИЯ

Жарков С.Ю.

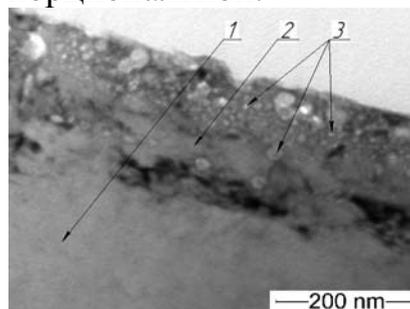
Научный руководитель: д.т.н., заведующий лабораторией
материаловедения покрытий и нанотехнологий ИФПМ СО РАН,
профессор кафедры физики высоких технологий Томского
политехнического университета Сергеев В.П.

E-mail: retc@ispms.tsc.ru

На основе экспериментального исследования установлено, что высокодозная имплантация ионов азота с помощью ионного имплантера «ИГИ-3» с энергией 20 кэВ в медные образцы повышает износостойкость в зависимости от продолжительности обработки (флюенса облучения Φ) в 1,5-4,5 раза при работе в паре с контртелом из меди в среде аргона при времени износа 60 мин. Видно (рис.а), что зависимость изменения износостойкости W и микротвердости H_{μ} от флюенса облучения Φ близка к прямо пропорциональной.



а)



б)

Рисунок. а) зависимость износостойкости W и микротвердости H_{μ} медных образцов от флюенса облучения Φ , б) ПЭМ – изображение поперечного среза ионно-модифицированного образца, где 1 – основной материал образца, 2 – ионно-модифицированный поверхностный слой, 3 – нанопоры.

Изучение микроструктуры медных образцов после бомбардировки ионами азота с помощью просвечивающей электронной микроскопии (рис.1 б) показало, что в поверхностном слое происходит измельчение зеренной структуры (наноструктурирование) основной фазы гцк-Cu и образование в нем нанопор. Эти явления обнаруживаются при флюенсах ионного облучения, превышающих значение $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$. Интенсивность их возрастает с ростом флюенса. Средний размер зерен меди в ионно-имплантированном поверхностном слое при достижении $\Phi = 9 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ уменьшается от ~ 50 нм до ~ 21 нм, средний поперечный размер образующихся нанопор составил 9 нм.

Наблюдаемое повышение износостойкости связывается с упрочнением поверхностного слоя путем измельчения его зеренной структуры и образования в нем нанопор, являющихся центрами торможения дислокаций.

ВЛИЯНИЕ pH НА СТАБИЛЬНОСТЬ СУПСЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ

Карепина Е.Е.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: karepina_ee@mail.ru

Наиболее важным фактором, определяющим цитотоксичность наночастиц, является размер частиц и степень их агрегации [Yamamoto A., Journal of Biomedical Materials Research. – 2004. – Vol.68A. – P.244-256], которые напрямую связаны со свойствами окружающей водной дисперсионной среды, одним из которых является кислотность раствора. [Farre M., Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2009. V.393. – P.81-95]. Поэтому изучение процессов агрегации наночастиц в растворах разной кислотности является актуальной задачей нанотоксикологии.

В настоящей работе исследовали влияние pH буферного раствора НЕРЕС на агрегационную устойчивость суспензий на основе нанопорошков Al и Al₂O₃.

В работе исследовали наночастицы алюминия, полученные методом электрического взрыва проводника (90-110 нм, 15,5 м²/г) и наночастицы оксида алюминия (200-220 нм, 6,8 м²/г), полученные плазмохимическим методом. Концентрация наночастиц в исследуемых суспензиях составила 1 ммоль/л. Диапазон pH составил 6...8. Определение распределения частиц и среднего размера частиц (d_{cp}) по размерам проводилось с помощью метода динамического рассеяния света на приборе Malvern Zetasizer Nano.

Для суспензий наночастиц Al в диапазоне pH от 6 до 7,5 средний размер меняется не значительно, от 200 до 220, а затем, при увеличении pH до 8, средний размер увеличивается в 2 раза (441 нм).

Наночастицы Al₂O₃ более склонны к агрегации по сравнению с металлическими частицами. При попадании в водные растворы наночастицы оксида мгновенно агрегируют до 900 нм. При этом максимального размера (1091 нм) частицы достигают в нейтральной среде при pH =7, при отклонении от нейтрального pH средний размер незначительно уменьшается до 959 нм и 905 нм в области кислот и оснований соответственно.

Полученные данные можно использовать для разработки составов агрегативно-устойчивых гидрозолей наночастиц, которые можно применять в качестве добавок в лаки, краски, бактерицидные суспензии, а также использовать их для токсикологических испытаний.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЕЙ НА РАЗМЕР НАНОЧАСТИЦ

Карепина Е.Е.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: karepina_ee@mail.ru

Размер частиц и агрегатов является одним из основных параметров, определяющих их токсичность, поэтому склонность частиц к агрегации является важным фактором при планировании эксперимента [С.Murdock, Toxicological Sciences. – 2008. – Vol. 101 – P.239–253]. С другой стороны, добавление натриевых и кальциевых электролитов является одним из неотъемлемых условий поддержания жизненных функций и обеспечения жизненно важных условий для гидробионтов [Domingos R. Environmental Science and Technology. – 2011. – Vol.45. – P.7664–7669.]. Поэтому изучение процессов агрегации наночастиц в растворах разной солености является актуальной задачей нанотоксикологии. В настоящей работе исследовали влияние ионной силы разновалентных электролитов на агрегационную устойчивость суспензий на основе нанопорошков Al и Al₂O₃.

Наночастицы диспергировали с помощью перемешивания в предварительно приготовленных растворах с ионной силой от 0.001 до 100 ммоль/л. Ионную силу создавали с помощью хлорида натрия NaCl и хлорида кальция CaCl₂ в дистиллированной воде. Концентрация наночастиц в исследуемых суспензиях составила 1 ммоль/л. Определение распределения частиц по размерам и среднего размера (d_{cp}) проводилось с помощью метода динамического рассеяния света на приборе Malvern Zetasizer Nano.

Для суспензий наночастиц Al средний размер образующихся агрегатов в течение 2-х часов не превышает 600 нм, далее в течение 48 часов он достигает 1200 нм в Na⁺-растворах (1 мМ) и 900 нм в Ca²⁺-растворах (1 мМ).

Наночастицы Al₂O₃ более стабильны по сравнению с металлическим порошком. Экспериментально показано, что в течение 2 часов 49,5 % наночастиц Al₂O₃ в растворах электролита NaCl (концентрация – 1 ммоль/л) агрегируют до d_{cp} = 550...2000 нм, а 50,5 % - остаются в виде фракции с размером 200...350 нм. Далее показано, что со временем крупная фракция продолжает агрегировать (750...5550 нм), а мелкая фракция со временем исчезает.

При исследовании дисперсных систем обоих образцов установлено, что Ca²⁺-ионы обладает меньшим агрегирующим действием по сравнению с Na⁺-ионами.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА СУХОГО ПОРОШКА НА ЕГО ДИСПЕРСНОСТЬ В СУСПЕНЗИИ

Комутова А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: ainagul_komutova@mail.ru

Важной задачей при аттестации порошковых материалов является определение их дисперсности в водной и концентрированной суспензиях. Среди всех методов дисперсионного анализа нанопорошков в настоящее время выделяется метод лазерной дифракции, который является экспрессным методом, простым в применении и не занимает длительного времени.

Целью данного исследования являлось определение дисперсности промышленных нанопорошков разного размерного диапазона.

Объектами исследования являлись порошки Y_2O_3 нанодисперсного (НП) и ультрадисперсного (УДП) диапазона, полученные плазмохимическим методом. В качестве жидкой среды выступали дистиллированная вода и лимонная кислота с концентрацией 20 г/л.

По полученным данным (рисунок 1) видно, что порошок НП- Y_2O_3 в суспензии сохраняет свою агрегативно-устойчивую стабильность в течение первых 20 минут, затем размер его агрегатов резко увеличивается с 1,803 мкм до 13,545 мкм и далее увеличивается в течение последующих 20 минут.

Что касается порошка УДП- Y_2O_3 , данный стабилизатор не оказывает влияния на стабильность суспензии. В течение 46- минутного процесса измерения диаметра частиц, их средний размер уменьшился с 16,245 мкм до 12,199 мкм.

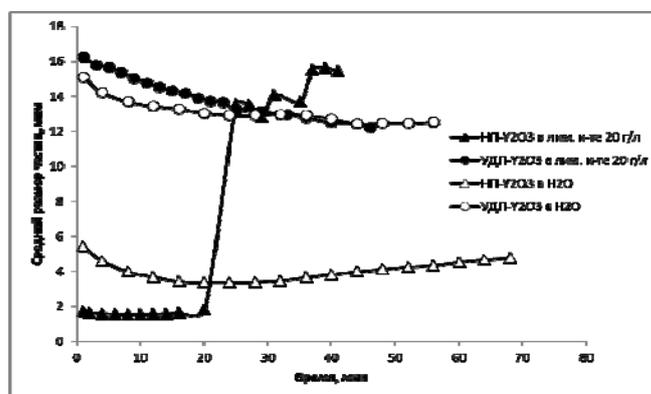


Рисунок 1 - Изменение среднего размера частиц порошка НП- Y_2O_3 и УДП- Y_2O_3 в лимонной кислоте 20 г/л и дистиллированной воде

ДИСПЕРСНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПОРОШКОВ В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ

Комутова А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: ainagul_komutova@mail.ru

Постоянно растущее производство порошкообразных материалов и увеличивающийся на них спрос создают условия для выделения наночастиц в окружающую среду. Попадая в окружающую среду, наночастицы, в первую очередь, вступают во взаимодействие с жидкими средами. Поэтому изучение физико-химических свойств дисперсных систем, образующихся при взаимодействии наночастиц с водными ресурсами, является одной из главных задач при оценке и прогнозировании рисков воздействия наноматериалов на окружающую среду.

В настоящее время для определения дисперсионного состава нанопорошка в водной суспензии существует метод лазерной дифракции, основанный на статическом рассеянии света, который является экспрессным и не требует длительной пробоподготовки.

В качестве объектов исследования использовались металлические нанопорошки Zn и Cu, полученные методом электрического взрыва проводников. Фотографии СЭМ (рисунок 1) нанопорошков Zn и Cu представляют собой темнопольные изображения. Частицы имеют преимущественно сферическую форму. Средний размер частиц порошков составлял 80 нм, размер агрегатов 2,5 мкм для нанопорошка Zn и 3,5 для нанопорошка Cu.

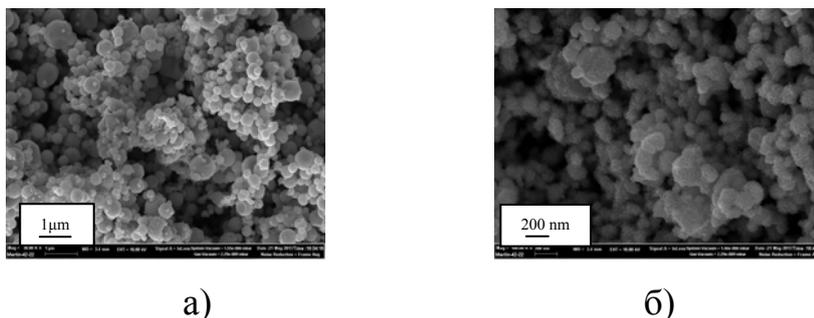


Рисунок 1 - Фотографии ПЭМ нанопорошков Zn (а), Cu (б)

Было установлено, что оба нанопорошка подвергаются агрегации в водной суспензии с течением времени. Так для порошка Zn размер агрегатов увеличивается от 5,16 мкм до 8,29 мкм; для Cu от 11,64 мкм до 17,71 мкм.

СИНТЕЗ ДИОКСИДА ТИТАНА ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Крючкова М.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры
электроснабжения промышленных предприятий Томского
политехнического университета Сивков А.А.

E-mail: masha.kruchkova@yandex.ru

Цель проводимого эксперимента – синтезировать нанодиоксид титана в лабораторных условиях. Это было осуществлено с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя.

Полученный ультрадисперсный порошок был проанализирован с помощью метода рентгеновской микроскопии.

Анализ показал, что синтезированный продукт на 98% состоит из фаз диоксида титана (TiO_2 на рентгенограмме). Кроме того, было идентифицировано присутствие примесных компонентов, а именно нитрид титана (TiN) (около 2% от общей массы).

Результаты рентгеновской дифрактометрии были подтверждены методом просвечивающей электронной микроскопии. На экспериментальном изображении отчетливо виден кластер из частиц сферической формы. Этот факт дает дополнительную уверенность полагать, что идентифицированные частицы принадлежат TiO_2 . На основе полученного снимка можно произвести гранулометрическую оценку частиц. Размер наночастиц варьируется от 10 до 100 нм с максимумом распределения в 50 нм.

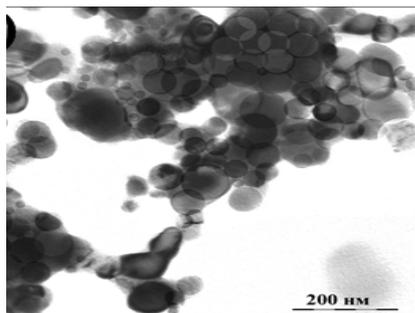


Рисунок 1 - Электронная микроскопия: наночастицы диоксида титана

Таким образом, в ходе данной работы были расшифрованы результаты рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии полученного в лабораторных условиях; был подтвержден состав синтезированного нанопорошка и идентифицированы все его компоненты.

Проведенный эксперимент доказал возможность плазмадинамического синтеза нанодисперсного диоксида титана.

СИНТЕЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ОКСИДА МЕДИ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ КООКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Крючкова М.А., Голянская Е.О.

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий Томского политехнического университета Сивков А.А.

E-mail: masha.kruchkova@yandex.ru

Синтез ультрадисперсного порошка оксида меди был произведен с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя, который был разработан на базе ТПУ.

После проведения опыта была проведена рентгеновская микроскопия полученного ультрадисперсного порошка.

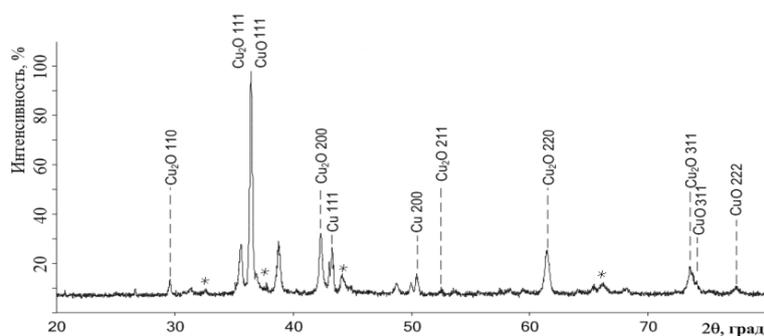


Рисунок 1 - Анализ рентгеновской дифрактометрии.

Анализ выявил наличие в синтезированном порошке фаз:

- оксид меди (I) (Cu_2O) – 3,5%
- оксид меди (II) (CuO), который в процентном соотношении преобладает - порядка 85%
- чистая медь (Cu) составляет около 8%
- примесные фазы, наличие которых в порошке можно объяснить тем, что материал мишени, использованной в эксперименте – алюминий. И в ходе опыта произошла эрозия, поэтому в числе продуктов синтеза оказался оксид алюминия (Al_2O_3)

Также были получены и расшифрованы данные просвечивающей электронной микроскопии. Частицы представляют собой выпуклый многоугольник со скругленными углами. Их размер варьируется от 80 до 150 нм. Более светлые частицы, имеющие более круглую форму, представляют собой оксиды меди. А более темные и угловатые – меди.

Таким образом, в ходе исследований была расшифрована рентгеновская дифрактометрия и электронная микроскопия и подтвержден состав нанопорошка, полученный в лабораторных условиях, и распознаны составляющие фазы.

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИ СИНТЕЗЕ АЛЮМИНАТА БАРИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кузнецова Е.Е.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Мишенина Л.Н.

E-mail: lnm@chem.tsu.ru

В настоящее время большое внимание уделяется синтезу алюминатов, в том числе и синтезу алюмината бария, поскольку алюминат бария, активированный ионами редкоземельных элементов – важный люминесцентный материал. Поэтому изучение алюмината бария и материалов на его основе представляется актуальной задачей.

Данная работа посвящена синтезу алюминатов щелочноземельных металлов с использованием микроволнового излучения. Для получения алюминатов стронция и бария использовали: в качестве источника катионов – карбонаты стронция и бария (Me^{2+}) и гидроксид алюминия (Al^{3+}), в роли хелатообразующего и полимеризующего агента – моногидрат лимонной кислоты (H_4Cit). Соединения металлов растворяли в растворе лимонной кислоты. Мольное соотношение исходных реагентов $Me^{2+} : Al^{3+} : H_4Cit = 1 : 2 : 6$.

Для высушивания геля использовали микроволновое воздействие мощностью 90, 360 и 600 Вт. С целью формирования кристаллических алюминатов, синтезированный прекурсор отжигали в муфельной печи при температуре до 1200 °С. Идентификацию полученного продукта проводили методом рентгенофазового анализа на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600, CuK_{α} - излучение. Термический анализ выполняли на приборе для термического анализа NETZSCH STA 449C (скорость нагрева 5°/мин, атмосфера – воздух, интервал температур 25 – 1000 °С). Морфологию поверхности исследовали на растровом электронном микроскопе Hitachi TM 3000.

Полученные результаты показали, что в результате синтеза получили однофазный гексагональный моноалюминат бария. При исследовании морфологии поверхности полученных соединений обнаружили, что частицы образца имеют шарообразную форму с размером зерна 350-550 нм. Рентгенофазовый анализ показал, что алюминат бария начинает образовываться при температуре 650°С, формирование однофазной структуры происходит при температуре 800°С с небольшой примесью карбоната бария, который исчезает при дальнейшем увеличении температуры до 1000°С. С увеличением температуры кристаллическая решетка не деформируется, размер кристаллитов изменяется от 289Å при 800°С до 476Å при 1200°С.

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИ СИНТЕЗЕ АЛЮМИНАТА СТРОНЦИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кузьмина М. Е.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Мишенина Л.Н.

E-mail: lnm@chem.tsu.ru

Алюминат стронция – тугоплавкое вещество с высокой механической прочностью, износостойкостью. Благодаря типу кристаллической решетки и определенному кристаллографическому окружению, алюминаты стронция, активированные ионами редкоземельных металлов, находят широкое применение в качестве УФ-люминофоров.

Данная работа посвящена синтезу алюмината стронция с использованием микроволнового излучения. Для получения алюминатов стронция использовали: в качестве источника катионов – карбонат стронция (Sr^{2+}) и гидроксид алюминия (Al^{3+}), в роли хелатообразующего и полимеризующего агента – моногидрат лимонной кислоты (H_4Cit). Соединения металлов растворяли в растворе лимонной кислоты. Мольное соотношение исходных реагентов $\text{Sr}^{2+} : \text{Al}^{3+} : \text{H}_4\text{Cit} = 1 : 2 : 6$.

Для высушивания геля использовали микроволновое воздействие мощностью 90, 360 и 600 Вт. С целью формирования кристаллического алюмината, синтезированный прекурсор отжигали в муфельной печи при температуре до 1200 °С. Идентификацию полученного продукта проводили методом рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600. Термический анализ выполняли на приборе для термического анализа NETZSCH STA 449C (скорость нагрева 5°/мин, атмосфера – воздух, интервал температур 25 – 1000 °С). Морфологию поверхности исследовали на растровом электронном микроскопе Hitachi TM 3000.

По данным термического анализа определяли основные температурные интервалы синтеза алюмината стронция, образование конечного продукта происходит выше 800 °С.

Полученные результаты РФА показали, что формирование кристаллического алюмината стронция начинается при температуре 800 °С, при 900 °С наблюдается образование алюминатов состава SrAl_2O_4 и $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$, при 1000 °С продукт представляет собой однофазный гексагональный моноалюминат стронция. Исследование морфологии поверхности полученного соединения показало, что частицы образца имеют шарообразную форму с размером зерна 350-550 нм.

ПОЛУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И ДИОКСИДА ТИТАНА

Лаштур А.Л.

Научный руководитель: к.т.н., ассистент кафедры химических технологий редких, рассеянных и радиоактивных элементов Томского политехнического университета Кантаев А.С.

E-mail: akantaev@tpu.ru

Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) и оксида титана обладают рядом полезных свойств превосходящих по своим характеристикам чистый ПТФЭ. Разработано несколько методов введения наполнителя в ПТФЭ, но все они основаны на механическом смешивании двух компонентов и не позволяют добиться полной гомогенизации композита. Свойства композита в полной мере могут проявиться только при полной гомогенизации его компонентов, и нахождение такого способа позволит сделать огромный шаг в области материаловедения композиционных материалов.

Целью исследований являлась разработка метода количественного внедрения диоксида титана в полимерную матрицу из ПТФЭ и технологии получения молекулярного композита ПТФЭ и TiO_2 .

В ходе исследования был предложен способ создания композиционного материала на основе молекулярной смеси политетрафторэтилена и TiO_2 , путем абсорбции на аммиачной воде продуктов терморазложения политетрафторэтилена и гексафторотитаната аммония. Рентгенофазовым анализом доказано молекулярное распределение TiO_2 в структуре композита. Исследовано влияние вводимого соединения на выход титан-фторполимерного композита из газовой фазы.

В результате проведенных исследований сделаны выводы:

1. Предложен метод, позволяющий разработать технологию синтеза молекулярного композита на основе ПТФЭ и TiO_2 .
2. Для внедрения TiO_2 в ПТФЭ наиболее оптимально использовать $(NH_4)_2TiF_6$.
3. Оптимальное соотношение ПТФЭ + 30 % мас. $(NH_4)_2TiF_6$.
4. Выходом продукта в твердую фазу составляет не менее 40 % мас.
5. Методом ИК-спектроскопии доказано, что все синтезированные образцы ТФПП содержат в своей структуре связи O–Ti–O, и все характерные полосы для ПТФЭ.
6. Рентгенофазовый анализ обнаруживает кристаллы TiO_2 в структуре ТФПП, что доказывает молекулярное внедрение TiO_2 в структуру полимера.
7. Предложенный метод отличается простотой аппаратного оформления, отсутствием дорогостоящих реактивов и может быть реализован в промышленности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ВЧ-РАЗРЯДА ПРИ РАСПЫЛЕНИИ ГА МИШЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОНДА ЛЕНГМЮРА

Мельников Е.С., Мухаметкалиев Т.М.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., с.н.с., доцент кафедры теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета
Сурменев Р.А.

E-mail: melnicov.evgeniy92@mail.ru

Целью данной работы является исследование энергетических характеристик плазмы ВЧ-разряда и определение закономерностей между параметрами плазмы и процессами формирования покрытия.

Для исследования характеристик магнетронного разряда, в процессе нанесения тонкопленочных покрытий использовалась зондовая система диагностики плазмы. Параметры плазмы определялись с использованием двойного зонда Ленгмюра [Т. Nguyen, S. Ulrich, J. Bsul, S. Beauvais, W. Burger, A. Albers, M. Stuber, J. Ye. // *Diamond and Related Materials*. – 2009. – №8. – P. 995-998].

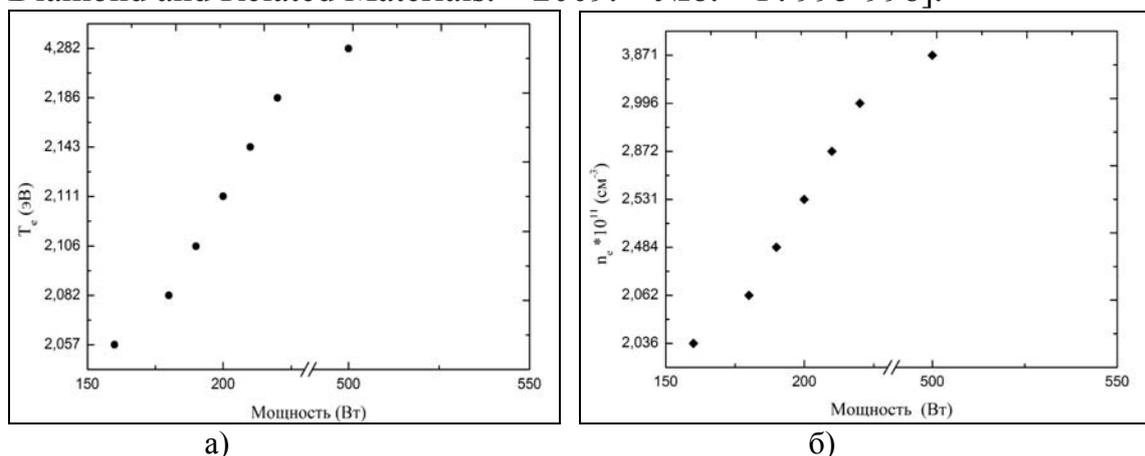


Рисунок 1 - а) Зависимость электронной температуры плазмы от мощности ВЧ-магнетрона. б) Зависимость концентрации электронов от мощности ВЧ-разряда.

Согласно рисунку, температура электронов и их концентрация в плазме растут с увеличением мощности, давление при этом остается неизменным. На рис.1 предоставлены результаты расчетов для следующих мощностей: 160 Вт, 180 Вт, 190 Вт, 200 Вт, 210 Вт, 220 Вт и 500 Вт (при давлении 0,5 Па).

Диагностика плазмы ВЧ-разряда позволила установить зависимость температуры и концентрации электронов от мощности. Полученные данные будут использоваться в дальнейших исследованиях для выявления закономерностей влияния параметров ВЧ-плазмы на свойства напыленных биосовместимых кальций-фосфатных пленок.

ПОИСК МЕТОДА ОЦЕНКИ РАСТВОРИМОСТИ НАНОЧАСТИЦ В БИОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ

Меркулова Н.Ю.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: merculova.nataliya@gmail.com

Увеличение мирового объема наноматериалов и товаров, содержащих частицы, а также анализ литературных данных о высокой токсичности наночастиц приводят к интенсивному экспонированию человека наноматериалами в условиях повышенного риска. Одним из важнейших химических характеристик, позволяющих прогнозировать и оценивать биологические свойства наночастиц, может являться растворимость. Однако выбор метода оценки растворимости это сложная многопараметрическая задача. В настоящей работе проведен анализ периодической литературы и нормативно-правовой базы на наличие существующих методик по определению растворимости наноматериалов в биологических растворах.

Для поиска нормативных документов по теме исследования использовалась база «КОДЕКС» [<http://kodeks.lib.tpu.ru/>]. Для анализа научных статей использовали русскоязычную базу E-library и англоязычные базы данных Springer и Sciencedirect. В нормативно-правовой базе РФ рассмотрено 49 документов, имеющих отношение к опасности, токсичности и аттестации наноматериалов, за 2007-2012 гг.

Показано, что в нормативно-правовых документах и научных статьях напрямую или косвенно говорится о значимости растворимости для прогнозирования и оценки рисков наноматериалов. Однако отсутствуют конкретные методические указания, которые позволили бы оценить степень растворения наноматериалов. Также отсутствуют модели, позволяющие определить степень опасности наноматериалов на основании данных об их растворимости. Был сделан вывод о том, что гармонизация гигиенических нормативов может быть обеспечена на основе стандартизированных подходов к методам измерения, проведения токсикологических исследований, оценок риска для разных источников вредного воздействия на здоровье и единых принципов принятия решений по безопасности человека. Поэтому на данный момент остро стоит необходимость разработки единых методов оценки наноматериалов.

СПОСОБЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ **Меркулова Н.Ю.**

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Годымчук А.Ю.

E-mail: merculova.nataliya@gmail.com

Разнообразие нанопродукции и мировой объем ее производства – это высоко значимый фактор, определяющий экспонирование человека наноматериалами. Осознание возможной опасности от использования продуктов нанотехнологий заставляет акцентировать особое внимание на токсичность новых продуктов. Одним из важнейших химических характеристик, позволяющих прогнозировать и оценивать биологические свойства наночастиц может являться растворимость. Однако, что бы определить количество растворенного вещества необходимо научиться отделять твердую фазу от жидкой. В случае работы с наночастицами задача на порядок усложняется за счет их маленького размера, долгого гравитационного осаждения и ряда других причин. Поэтому подбор способа, позволяющего разделить суспензии наночастиц, является актуальной задачей.

В данной работе рассмотрены способы разделения водных суспензий ультрадисперсных и наноразмерных частиц, наиболее часто используемые в настоящее время специалистами в своих исследованиях. Рассмотрены физико-химические основы различных способов разделения, проведен сравнительный анализ их эффективности, а также перспективы их применения при работе с суспензиями наночастиц. Были рассмотрены следующие методы разделения фаз:

- гравитационное осаждение;
- осаждение в центробежном поле;
- ультрацентрифугирование с применением фильтров Amicon Ultra 15 Centrifugal Filter

Были сделаны выводы о необходимости экспериментального сравнения методов разделения суспензий порошков, так как необходим подбор оптимальных условий, зависящих от большого числа факторов (состав, форма, растворитель, размер, способность агрегации и т.д.).

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ АЛЮМИНАТА КАЛЬЦИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Наливайко Т. М.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Мишенина Л. Н.

E-mail: shaldyata@mail.ru

Поиск новых методов и оптимальных условий синтеза алюмината кальция, приводящих к улучшению функциональных характеристик, обусловлен широким спектром применения его в качестве огнеупоров, структурной керамики, катализаторов. Алюминат кальция, активированный ионами редкоземельных элементов, обладает интенсивной люминесценцией при УФ-возбуждении, в связи с чем, широко используется в светотехнике и оптоэлектронике.

Золь-гель метод один из наиболее простых и эффективных методов, позволяющих контролировать стехиометрический и фазовый состав синтезируемых образцов, снижать температуру синтеза целевого продукта и получать материалы с заданными свойствами.

Данная работа посвящена исследованию процессов формирования алюмината кальция при различных условиях синтеза. На основании данных фазовой диаграммы системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$, водные растворы реагентов смешивали в мольном соотношении $\text{Ca}^{2+} : \text{Al}^{3+} : \text{H}_4\text{Cit} = 1 : 2 : 3$. Для высушивания геля использовали микроволновое воздействие мощностью 90, 360 и 600 Вт. С целью формирования кристаллического алюмината кальция, синтезированный прекурсор отжигали в муфельной печи. Основные стадии формирования CaAl_2O_4 определяли методами термического анализа (ТА). Эволюцию фазового состава и кристаллической структуры изучали при помощи рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии. Морфологию поверхностей полученных соединений определяли с применением растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Полученные результаты РФА показали, что в продуктах, полученных при различных условиях синтеза, содержится моноалюминат кальция. При увеличении температуры прокаливания с 900 °С до 1200 °С происходит фазовый переход из ромбической в моноклинную модификацию и увеличение размеров кристаллитов с 297 Å до 383 Å соответственно. С помощью ТА и ИК-спектроскопии установлены 4 основные стадии формирования кристаллического алюмината кальция. Результаты РЭМ показали, что использование микроволнового излучения мощностью 360 Вт приводит к лучшей сформированности частиц округлой формы с размером до 2 мкм.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРИОГЕННОГО ТРУБОПРОВОДА

Пискунов М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и промышленной теплотехники Томского политехнического университета
Половников В.Ю.

E-mail: piskunovmv@tpu.ru

Пенополиуретан (ППУ) применяется во всем мире уже на протяжении более чем 50–60 лет и в настоящее время сохраняют одно из ведущих мест среди полимерных материалов [Рюткянен Е.А., Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2012, 1, 42-46], а жесткий ППУ является одним из основных видов изоляционных материалов для криогенных трубопроводов. Прогнозирование и мониторинг состояния изоляционного покрытия являются необходимыми составляющими для уверенного функционирования криогенного трубопровода.

Таким образом, создание методики оценки долговечности ППУ и возможность прогнозирования срока службы с учетом периодичности эксплуатации трубопроводов приобретают особую актуальность.

Рассматривался участок трубопровода для транспортировки криожидкостей. Для слоя ППУ совместно решаются одномерные нестационарные задачи теплопроводности и термоупругости. Затем проводится оценка долговечности материала посредством кинетической концепции прочности твердых тел [Журков С.Н., Вестник АН СССР, 1968, 3, 46-52].

Численными методами были найдены распределения температурных полей по толщине слоя ППУ и температурных напряжений по толщине и по времени загрузки (принималось равным 14 часам), затем по формуле Журкова производилась оценка долговечности.

Стоит отметить, что рассматривался «предельный» случай относительно условий эксплуатации ППУ: температура смеси газов: $\approx -161^{\circ}\text{C}$; температура окружающей среды $t_{oc}=45^{\circ}\text{C}$.

Минимальный рассчитанный срок службы для ППУ составляет 31 год при средней по толщине слоя ППУ температуре $T_{average}=215,5\text{ K}$ и при значении температурного напряжения $\sigma_{max}=1,78 \cdot 10^4\text{ Па}$. Учитывая, что сроки эксплуатации криогенных трубопроводов – более 30 лет, результаты – справедливы.

Методику оценки долговечности ППУ необходимо дополнить учетом влагопоглощения и промерзания слоя.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНО- МИКРОВОЛНОВОГО СИНТЕЗА НА СВОЙСТВА ОКСИДА ОЛОВА(II)

Пичугина А.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Кузнецова С.А.

E-mail: alina.com9@mail.ru

Известно много физических и химических методов получения SnO, таких как термическое разложение солей, золь-гель метод, сольвотермический синтез. Однако их реализация требует сложного оборудования, длительного времени и является энергозатратной. Избежать перечисленных недостатков позволяет гидротермально-микроволновой (ГТМВ) метод. Значительная экономия энергии при его использовании достигается за счет увеличения скорости нагрева системы и скорости протекания процессов.

Цель данной работы заключалась в установлении взаимосвязи между временем ГТМВ синтеза, морфологией поверхности и фотокаталитической активностью SnO.

Согласно результатам количественного микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализов образцы, полученные в течение 5 (№ 1) и 7 минут (№ 2) ГТМВ обработкой суспензии, при скорости роста давления в автоклаве 3,3 кПа/с, представляют собой однофазный продукт SnO тетрагональной структуры, с параметрами решетки $a = b = 3,804$ нм; $c = 4,837$ нм и $a = b = 3,807$ нм; $c = 4,842$ нм соответственно. В образце № 1 преобладают частицы с размером 5–6 мкм, а в образце № 2 – 10–20 мкм. Значения величины площади удельной поверхности для обоих образцов составляют $2 \text{ м}^2/\text{г}$, со средним размером пор 23 нм.

Исследование сорбционных, фотокаталитических свойств вышеуказанных порошков SnO в реакции разложения MO указывает на то, что несмотря на низкое значение площади удельной поверхности, более высокой сорбционной и фотокаталитической способностью характеризуется образец № 1. После часовой выдержки в темноте этого образца SnO в растворе MO, на поверхности оксида сорбируется 50 % красителя. УФ-обработка в течение 1 часа приводит к деструкции MO на 95 %.

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы: увеличение времени ГТМВ обработки суспензии приводит к росту размера кристаллитов и соответственно агломератов порошкообразного SnO; сорбционная и фотокаталитическая активность SnO зависит от размера и объема пор.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАПЛАВОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ TiC-Co

Сагидоллаев А.С., Бажин П.М., Столин А.М.

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН Столин А.М.

E-mail: sagidollaev@inbox.ru

В настоящее время электроды для наплавки широко востребованы в различных областях промышленности как перспективный материал упрочнения деталей. Процесс наплавки, как метод защиты деталей и восстановления их после износа, применяется давно, и получил широкое распространение, как в промышленности, так и в быту. Однако традиционно для наплавочных электродов используются различные материалы, значительно уступающие по свойствам твердым сплавам по многим характеристикам.

Разработанный в ИСМАН метод СВС-экструзии, позволяет получать электроды из различных твердосплавных материалов, в том числе применяемых и для наплавки. В отличие от традиционных методов порошковой металлургии СВС-экструзия сочетает синтез материала и получение из него изделия в одной технологической стадии и в одной установке. Это позволяет сократить число и длительность операций, свести к минимуму энергозатраты, значительно упростить оборудование. Более того, главным преимуществом таких материалов как наплавочных электродов перед промышленными аналогами является их низкая себестоимость из-за отсутствия в нем дорогостоящего вольфрама. Отметим, что для каждого конкретного практического приложения приходится решать проблемы, непосредственно связанные с технологией изготовления рассматриваемых изделий и техническими характеристиками этих изделий.

Предметом настоящей работы стало обсуждение возможности и перспективы получения электродов из твердых сплавов группы СТИМ-синтетических твердых инструментальных материалов. Наплавку проводили при токах 40, 60 и 80А СВС-электродами диаметрами 1мм и 5 мм на воздухе на подложку из стали 3. Проведено изучение особенностей получения наплавленного слоя в зависимости от режимов наплавки. Наплавленные слои получены без трещин, с твердостью до 58 HRC.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И СПЕКАЕМОСТИ ПОРОШКОВ UO_2

Тлеукинов Е.О.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры технической физики
Томского политехнического университета Каренгин А.Г.

Email: Erick_090@mail.ru

Одной из приоритетных задач на сегодняшний день является снижение себестоимости продукции. Одним из направлений снижения себестоимости является удешевление процесса спекания таблеток, а именно – снижение температуры спекания и увеличение производительности [Radford K.C., Pope J.M. // Journal of Nucl. Mat. – 1977. – V. 64. – P. 289–299]. Цель работы: исследование и оптимизация процесса получения и спекания порошков диоксида урана в части активизации их спекаемости. Для оценки влияния температуры прокали полиураната аммония (ПУА) на активность порошков UO_2 была проведена серия опытов. Цеховую пасту ПУА в лабораторных условиях прокаляли при температурах 400, 500, 600 и 700 °С. Полученные порошки U_3O_8 были восстановлены на лабораторной установке в течение часа при температуре 600 °С. Величина удельной поверхности порошков U_3O_8 , прокаленных при температурах 400, 500, 600 и 700 °С, составила, соответственно, 16,7; 10,13; 6,75; 3,05 м²/г. Из порошков диоксида урана были изготовлены прессовки от каждого варианта прокали-восстановления. Из таблицы 1 виден высокий уровень плотности таблеток из активных порошков UO_2 . Средний размер зерна в таблетках также достаточно высок – 16-19 мкм.

Таблица 1 - Результаты теста на спекаемость при различных температурах

№	$S_{БЭТ}$, м ² /г	1400°С,		1600°С,		1750°С	
		ρ прессовок, г/см ³	ρ спечен- ных таблеток, г/см ³	ρ прес- совок, г/см ³	ρ спечен- ных таблеток, г/см ³	ρ прес- совок, г/см ³	ρ спечен- ных таблеток, г/см ³
1	7,4	5,35	10,07	5,32	10,59	5,42	10,82
2	5,5	5,59	9,44	5,33	10,48	5,59	10,73
3	3,5	5,44	8,80	5,45	10,38	5,44	10,69
4	Реперный вариант	5,22	8,37	5,22	10,38	5,22	10,65

Заключение: Требуемый уровень плотности и доспекаемости таблеток достигается уже при температуре 1600 °С при плотности прессовок 5,3 г/см³. Поэтому, данная технология АДУ может освоить технологию получения порошка UO_2 при заданных оптимальных режимах, удовлетворяющих требованиям компании САМЕСО.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЕФОРМАЦИИ НАПЫЛЯЕМОЙ ЧАСТИЦЫ

Улыбина Ю.А.

Научный руководитель: доцент кафедры материаловедения в машиностроении Томского политехнического университета Зенин Б.С.

E-mail: yuliya_ulybina@mail.ru

При газотермическом напылении покрытий (ГТП) энергетические условия взаимодействия напыляемых частиц с поверхностью играют важную роль в формировании структуры и свойств покрытия. Представляет несомненный интерес рассмотреть влияние размера микрочастиц на энергетические условия их деформации. В данной работе проводилась количественная оценка изменения поверхностной энергии деформированной частицы при заданных параметрах напыления.

При проведении численного моделирования процесса напыления, которое проводилось при помощи КП «CRISTALL», в качестве исследуемых материалов использовались: Fe (для материала подложки), Al (в качестве напыляемого материала). Принимая, что напыляемая частица сферической формы радиусом r после соударения образует сплэт в форме цилиндра высотой h диаметром D , можно представить изменение поверхностной энергии частицы в виде:

$$\Delta W_{\text{п}} = 4\pi\sigma r^2 \left[\frac{2r}{3h} + \sqrt{h/(3r)} - 1 \right],$$

где σ - поверхностное натяжение напыляемого материала

В ходе численного эксперимента была получена зависимость изменения поверхностной энергии от размера частиц при различных условиях напыления (размер частиц 0,01-40 мкм, скорость частицы 10,400,1000 м/с) (Рис.1).

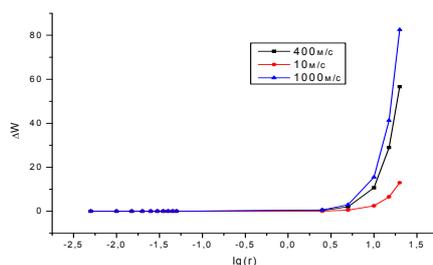


Рисунок 1 - Зависимость изменения поверхностной энергии от размера напыляемых частиц при различной скорости столкновения с преградой

Проведенные расчеты показали, что уменьшение размера частиц до 5 мкм резко меняет характер зависимости изменения поверхностной энергии от размера напыляемых частиц. Таким образом, можно рассматривать полученный размер частицы, как «критический» для энергетических условий деформации при заданных условиях напыления.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СИБИРСКИХ ЯГОД МЕТОДАМИ АТОМНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Шелег Е.С.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры аналитической химии
Томского государственного университета Петрова Е.В.

E-mail: Katya.3320@mail.ru

Биогенные элементы (Na, Ca, Fe, Co, Zn и др.) играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека. Одним из важнейших источников их поступления являются дикорастущие ягоды. Будучи взаимосвязанными с биологически активными соединениями, элементы легко усваиваются. Кроме того, анализ растительного сырья на содержание неорганических токсикантов не менее актуален для решения экологических проблем. Материалом для исследования явились брусника, клюква, калина и рябина, произрастающие в Томском районе.

Цель работы заключалась в разработке атомно-эмиссионной методики определения широкого круга как необходимых для человека, так и токсичных элементов в сибирских ягодах.

Исследования проводили на спектральных приборах, прошедших метрологическую поверку: атомно-эмиссионном комплексе «Гранд» с МАЭС («Оптоэлектроника», Россия), атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR с усиленной дейтериевой коррекцией фона («Термоэлектрон», США), спектрофотометре ПромЭкоЛаб ПЭ-5400 УФ (КНР).

Пробы ягод, высушенных до постоянной массы, измельчали до частиц 0,2–1 мм и минерализовали в кварцевой микроречи при температуре 450–500°C.

Установив количественное содержание в золе ягод макрокомпонентов: Na, K (ПФ), Mg, Ca (АЭС) и P (СФ), было исследовано их влияние на процессы испарения-возбуждения и аналитический сигнал контролируемых элементов при дуговом атомно-эмиссионном определении последних. Найдены оптимальные условия, позволяющие количественно определять более 15 микроэлементов относительно государственных стандартных образцов на основе графитового порошка – СОГ-37 [ГСО 8487-2003. Стандартные образцы состава графитового коллектора микропримесей. Комплект СОГ-37, УГТУ-УПИ. Екатеринбург, 2003] с относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,20. По предложенной методике проведено определение 21-го элемента в золе рябины, калины, брусники и клюквы (правильность полученных результатов доказана независимым методом – ААС). Установлено, что ягодой, содержащей больше всего элементов, является рябина. Чуть меньше элементов содержат клюква и калина, еще меньше брусника.

Секция 3 «Материалы для медицины и экологии»

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА TiNi(Mo)V С ЭФФЕКТАМИ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Байгонакова Г.А.

Научные руководители: к.ф.-м.н. НИИ Медицинских материалов и имплантатов с памятью формы Марченко Е.С., д.ф.-м.н. СФТИ Томского государственного университета Клопотов А.А.

E-mail: gat27@mail.ru

В ряду интерметаллических соединений одно из важных мест занимают сплавы на основе TiNi из-за уникальных механических свойств, которые связаны с проявлением эффектов памяти формы (ЭПФ) [1]. В литературе мало работ по исследованию тройных сплавов TiNi(V) и нет работ по многокомпонентным сплавам TiNi(Mo,V), что представляет большой интерес для исследования.

Для исследования были выплавлены сплавы $Ti_{50}Ni_{49,7-x}Mo_{0,3}V_x$ ($x = 1, 2, 4$ ат. %). Температурные зависимости деформации $\varepsilon=f(T)$ материала при многократных эффектах памяти формы определяли с использованием макродеформации в условиях растяжения под постоянной нагрузкой на оригинальной установке. Один из типичных кривых, демонстрирующих $\varepsilon=f(T)$, представлен для сплава $Ti_{50}Ni_{49,7}Mo_{0,3}V_1$ (рисунок 1).

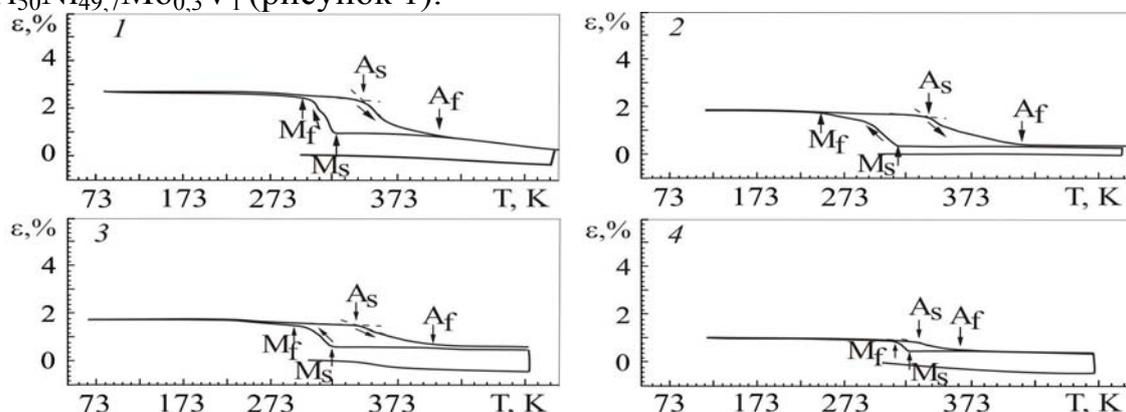


Рисунок 1 - Температурные зависимости накопления и возврата деформации при многократных ЭПФ сплава $Ti_{50}Ni_{49,7}Mo_{0,3}V_1$: 1 – без термообработки; 2 – отжиг 450 °С; 3 – отжиг 650 °С; 4 – отжиг 850 °С

Рисунок 1 демонстрирует схожий характер изменения деформации с ростом температуры отжига. С увеличением температуры отжига наблюдается эволюция этих зависимостей, сопровождающаяся уменьшением петли гистерезиса, смещением параметров ЭПФ и подавлением интервалов прямого и обратного мартенситного превращения. В других сплавах тоже наблюдается такое изменение.

[1] В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко и др. *Медицинские материалы с памятью формы / под ред. проф. В.Э. Гюнтера. Томск: Изд-во ООО «НПП «МИЦ», Т. 1, (2011).*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ВЫХОД 4(5)- НИТРОИМИДАЗОЛА

Белых С.И., Ляпунова М.В.

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета Мальков В.С.

E-mail: sonyacream@gmail.com

В последнее время активно развивается химия имидазола. Это связано с тем, что лекарственные препараты на его основе играют важную роль в фармакологии. В данной работе рассматривается группа 4(5)-нитроимидазолов — высокоактивных антимикробных препаратов для системного лечения инфекций, вызванных облигатными анаэробными бактериями, и ряда инфекционных заболеваний, вызванных простейшими микроорганизмами [Гельфанд Б.Р., Бурниевич С.З., Цыденжапов Е.Ц. и др. Антибиотикопрофилактика и терапия при панкреонекрозе // Инфекция и антимикробн. тер. – 1999. – № 1 (2). – С. 36-40].

Целью исследования является изучение влияния различных условий реакции нитрования имидазола и подбор их оптимальной комбинации для получения максимального выхода целевого продукта – 4(5)-нитроимидазола. Существуют три основных метода синтеза нитроимидазолов: прямое нитрование, заместительное нитрование галогензамещенных имидазолов и косвенные методы. Для решения поставленной задачи был выбран способ прямого нитрования нитратом натрия в серноокислом растворе при нагревании. При этом наблюдалось гладкое протекание реакции без значительного теплового эффекта, несмотря на то, что данный процесс является в значительной мере экзотермичным. Это обеспечивает уменьшение дополнительных затрат на охлаждение реакционной смеси и упрощает технологический процесс. В ходе синтеза изменялись следующие параметры: температура реакционной смеси, количество нитрующего агента, концентрация используемой серной кислоты и продолжительность синтеза.

На основании экспериментальных данных установлено, что зависимость выхода целевого продукта от вышеперечисленных факторов носит экстремальный характер. Наилучший результат был получен при температурном интервале 140–160°C, количестве добавляемого нитрата натрия от 2,0 до 3,0 моль и времени синтеза от 5,5 до 6,5 часов. В результате проведенных исследований был получен 4(5)-нитроимидазол с $T_{пл}=308–310^{\circ}\text{C}$ и выходом 68 %.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РОССИИ

Дорошенко О.В.

Научный руководитель: к.и.н., доцент юридического факультета
Западно-Сибирского филиала ФГБОУ ВПО «Российская академия
правосудия» Дукарт С.А.

E-mail: HWBEK@sibmail.com

В конце 90-х годов в Российской Федерации была принята серия нормативно-правовых актов, регулирующих обращение с отходами. Именно в эти годы начался прорыв в области переработки отходов [Черноморец А.Е. Экологическое и природоресурсное право России, 2011. - С. 84]. Несмотря на это, в стране многие проблемы остаются нерешенными: 1) реализация безопасного захоронения отходов; 2) рост экономических и технических ресурсов; 3) обеспечение целостного управления отходами; 4) повышение уровня правового регулирования и улучшение правоприменительной деятельности в сфере обращения с отходами; 5) разграничение компетенций между Федерацией и ее субъектами (на данный момент преобладает чрезмерная централизация) [Дубовик О.Л. Экологическое право России, 2013. - С. 235].

Каждый год в стране образуется примерно 7 млрд. т отходов, и лишь 2 млрд. из них перерабатывается, что составляет 28,6 %.

24 июня 1998 г. вступил в действие Федеральный закон «Об отходах производства и потребления». Данный закон определил правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья [Об отходах производства и потребления: федер. закон Рос. Федерации от 24.06.1998 № 89-ФЗ].

На уровне субъектов РФ принимаются программы по использованию вторичных ресурсов в регионах. Например, 23 декабря 2011 года в Томской области была принята региональная программа по развитию системы обращения с отходами производства и потребления. Несмотря на это, определение отходов, их типы, содержания этапов обращения с отходами, требования к экологической безопасности и др. вопросы определяются в других актах по-разному. Кроме того, незначительное внимание разработке единой правовой концепции обращения с отходами уделяет наука экологического права, что, опять же, отрицательно сказывается на содержании нормативно-правовых актов, регулирующих сферу обращения с отходами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНО-ПУЧКОВОЙ ДЕСТРУКЦИИ ФЕНОЛА В ВОДЕ

Ермоленко Н.С.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., младший научный сотрудник
Лаборатории №1 Томского политехнического университета

Кайканов М.И.

E-mail: nikolai06111990@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед человечеством, является защита окружающей среды. Ежегодно ужесточаются требования качеству сточных вод, что приводит к интенсификации исследовательских работ в направлении очистки и обезвреживания производственных сточных вод промышленных предприятий. Работа посвящена исследованию электронно-стимулированной деструкции фенола в воде. Фенол - токсичный компонент сточных вод, широко применяющийся в технологических циклах по производству красок, фармацевтических препаратов, пестицидов и т.д. [Kannan N. et al. Removal of phenolic compounds by electrooxidation method // J. Environ. Sci. and Health. A. – 1995. – V. 30. – № 10. – P. 2185–2203].

В предлагаемой работе рассматриваются результаты воздействия импульсного электронного пучка на водные растворы фенола, а также возможность повышения эффективности деструкции органического загрязнения в воде при добавлении в систему перекиси водорода. В работе показано, что воздействие импульсного электронного пучка на водные растворы приводит к эффективной деструкции фенола при различных его исходных концентрациях.

В качестве источника ионизирующего излучения использовался импульсный электронный ускоритель АСТРА-М [Ремнев Г.Е., Егоров И.С., Кайканов М.И. и др. Исследование генерации импульсного электронного пучка в частотном режиме работы ускорителя // Известия вузов. Физика. - 2011. – № 11/3. – С. 74 – 80]. Степень окисления фенола при поглощенной дозе 8 кГр составляет 70% при исходной концентрации 200 мг/л и 75 % при исходной концентрации 80 мг/л. Добавление перекиси водорода в фенольную воду повышает эффективность импульсно-пучкового окисления органических загрязнений в воде на 20%.

Высокая экономичность технологии обусловлена протеканием процессов при комнатной температуре, без дополнительного нагрева, и атмосферном давлении. Полное окисление фенола в воде достигается увеличением поглощенной дозы, что позволяет применять импульсный электронный ускоритель АСТРА-М в системах деструктивной очистки фенола в сточных водах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛЬНОСШИТЫХ КАРБОКСИЛЬНЫХ КАТИОНИТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА СОЛЕННЫХ ВОД

Жаркова В.В.

Научные руководители: к.х.н., доцент

Томского государственного университета Бобкова Л.А.;

д.т.н., профессор Томского государственного университета Козик В.В.

E-mail: petrovavalentina2012@mail.ru

Анализ соленых вод на содержание примесей Co^{2+} и Cu^{2+} затруднителен из-за высокого содержания макрокомпонентов. Влияние состава фона может быть снижено применением сильносшитых сорбентов КБ-125П и КБ-2Э-10 с комплексообразующими свойствами по отношению к ионам примесей. Цель данной работы – исследование равновесия и динамики сорбции ионов Co^{2+} и Cu^{2+} на сильносшитых карбоксильных катионитах гелевой – КБ-125П и макросетчатой – КБ-2Э-10 структуры для разработки тест-систем для анализа вод с повышенным солевым фоном.

Сорбцию Cu^{2+} и Co^{2+} ($C_0 - 4 \cdot 10^{-3}$ и $2 \cdot 10^{-2}$ моль/л) проводили на Na-форме катионитов КБ-2Э-10 и КБ-125П из растворов с ионной силой 0,1 и 1 (NaNO_3), $pH \sim 4,5$ в статических и динамических условиях. ИК-спектры катионитов регистрировали на спектрофотометре Nicolet 5700.

Установлено, что в статических условиях значения коэффициентов распределения (D) Co^{2+} и Cu^{2+} на катионите гелевой структуры КБ-125П уменьшаются с ростом ионной силы раствора \sim в 3 раза. На макросетчатом катионите КБ-2Э-10 незначительное уменьшение D ($\sim 1,2$ раза) наблюдается для Co^{2+} . Значения D для Cu^{2+} , наоборот, возрастают \sim на порядок. Вероятно, с увеличением концентрации макрокомпонента в растворе уменьшается доля свободной воды и плотность гидратных оболочек ионов, что приводит к формированию более устойчивых ионитных комплексов Cu^{2+} в сорбенте КБ-2Э-10. Анализ ИК-спектров катионитов показал, что наиболее прочные комплексы (бидентатно-мостиковые) формируются при сорбции Cu^{2+} на катионите КБ-2Э-10. В динамическом режиме с ростом концентрации фона степень извлечения Co^{2+} и Cu^{2+} увеличивается для обоих сорбентов. Однако для КБ-2Э-10 этот эффект больше, что, вероятно, связано с повышенной пористостью его структуры. Оба сорбента были использованы в качестве наполнителей тест-индикаторных трубок для анализа соленых вод. Определение ионов Co^{2+} и Cu^{2+} с использованием катионита КБ-125П проводилось по интенсивности окраски реакционной зоны в диапазоне концентраций $(0,05-1) \cdot 10^{-3}$ моль/л, с применением КБ-2Э-10 - по длине окрашенной зоны в интервале $(0,15-1,5) \cdot 10^{-4}$ моль/л. Предел обнаружения (катионит КБ-2Э-10) $\text{Cu}^{2+} - 0,28$ мг/л, $\text{Co}^{2+} - 0,32$ мг/л. Величина относительного стандартного отклонения составила $\sim 0,2$.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ НА ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Иванова Е.С.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Томского политехнического
университета Сурменев Р.А.

E-mail: iks131992@yandex.ru

В настоящее время в качестве биоматериала активно используется гидрок시아патит, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ так как имеет большое сходство с естественной костной тканью. Кроме биосовместимости, к покрытиям также предъявляют следующие требования: шероховатость, способствующая прочной связи между имплантатом и костью, достаточно высокая твердость и низкий модуль упругости, максимально приближенный к значению костной ткани [Калита В.И., Маланин Д.А. // Вестник ВолГУ. – 2009. – Т.32. – № 4. – С. 17-22.].

В качестве материала подложки для напыления покрытий служил титан марки ВТ 1-0, предварительно обработанный: фторсодержащим раствором или импульсным электронным пучком. Покрытие напыляли на промышленной установке с магнетронным источником. Морфология обработанного титана и ГА покрытий была исследована на электронном сканирующем микроскопе (СЭМ) высокого разрешения Merlin. Шероховатость определяли на оптическом профилометре Veeco (Wyco) NT9080. Наноиндентирование осуществляли на нанотрибоиндентометре Ti 950. Модуль Юнга и твердость определялись по методике Оливера и Фарра [Oliver W.C., Pharr G.M. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments // J. Mater. Res. – 1992. – V. 7, № 6. – P. 1564–1583.].

В ходе работы было установлено: 1) Обработка титана не приводит к изменению значений модуля Юнга и нанотвердости. Это объясняется тем, что исследования характеристик проводились с учетом топографии поверхности. 2) Покрытие ГА, сформированное методом ВЧ-магнетронного распыления характеризуется близкими к исходному титану значениями модуля Юнга и в 2 раза большими значениями нанотвердости.

Одним из требований, предъявляемых к поверхности костных имплантатов, является, близкие значения модуля упругости и нанотвердости искусственного материала и кости. Костная ткань обладает следующими характеристиками $H=2-4$ ГПа, $E=7-26$ ГПа [Эппле М. Биоматериалы и биоминерализация. Томск: Изд-во Ветер.– 2007.– С.165.]. Полученные данные твердости и модуля Юнга исследованных образцов превышают эти значения. Следующим этапом работы будет поиск решений и технологических приемов, позволяющих снизить значения модуля Юнга и нанотвердости биокompозита «титан-ГА покрытие».

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ CdSe КОНЬЮГИРОВАННЫХ ПЕПТИДОМ (ПАПАИН) МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Иштеев А.Р., Волчёматьев С.А.

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС» Аруп Ратан Мандал

E-mail: arturishteev@gmail.com

В данной работе подробно описан механизм, представляющий интерес для создания биосенсоров для медицины и не рассмотренный ранее. Проведен синтез наноразмерных частиц CdSe и модификация их поверхности тиогликолевой кислотой для конъюгирования с папаином. Приводится сравнение результатов исследования наночастиц CdSe до и после модифицирования поверхности молекулами пептида, методом динамического рассеяния света (ДРС) (рис. 1). Форма и размер частиц были исследованы с помощью просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ).

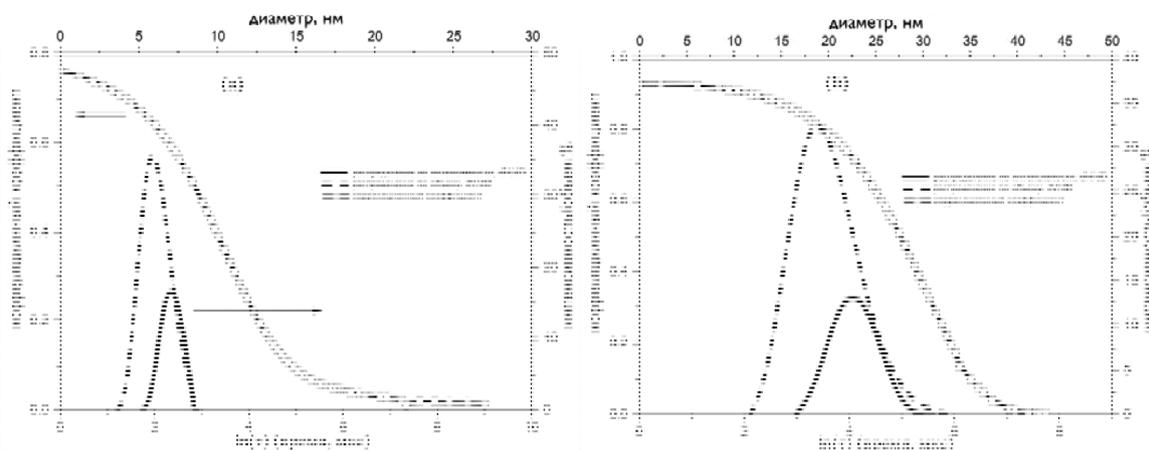


Рисунок 1 - Корреляционный коэффициент и распределение по размерам частиц CdSe до (а) и после модификации поверхности (б)

Спектры поглощения и излучения демонстрируют минимум потенциальной энергии; на спектрах фотолюминисценции наблюдалось желтое излучение экситонного перехода. Оптические характеристики показали, что сопряжение с папаином приводит к красному смещению максимумов пиков поглощения и испускания. Результат можно интерпретировать как электростатическое диполь-дипольного взаимодействия между наночастицей и папаином.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИТРАТА В РАСТВОРЕ НА АГРЕГАЦИЮ АЛЮМИНИЕВЫХ НАНОЧАСТИЦ

Карепина Е.Е.

Научный руководитель: доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Годымчук А.Ю.

E-mail: karepina_ee@mail.ru

Одной из труднорешаемых проблем в нанотоксикологических испытаниях является дисрегирование наночастиц в водных суспензиях ее низкая агрегативная устойчивость исследуемых наночастиц.

Среди всех методов диспергирования) твердых частиц только добавление поверхностно-активных веществ является самым эффективным [Farre M. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2009. – Vol.393. – P.81-95]. Известны работы, в которых применяют карбоновые кислоты для стабилизации наночастиц при их синтезе. Однако, для диспергирования промышленных наночастиц данных о влиянии концентрации и природы карбоксильной группы недостаточно.

В работе исследовали наночастицы алюминия, полученные методом электрического взрыва проводника (90-110 нм, 15,5 м²/г). В качестве растворителя был выбран буферный раствор НЕРЕС (2-[4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazinyl] ethanesulfonic acid), который является экологически безопасным растворителем [Hanitzsch R., *Vision Research*. – 2001. – Vol.41. – P.2165-2172] и широко используется в аналитических и биологических исследованиях. В качестве стабилизаторов наночастиц в водной дисперсионной среде был выбран цитрат натрия Na₃Cit. Концентрация наночастиц в исследуемых суспензиях составила 1 ммоль/л. Ионная сила раствора цитрата составила 10⁻⁶...10⁻² М. Определение распределения частиц и среднего размера частиц (d_{ср}) по размерам проводилось с помощью метода динамического рассеяния света на приборе Malvern Zetasizer Nano.

На примере алюминиевых наночастиц показано, что добавление Na₃Cit способствует уменьшению среднего размера частиц. Так, в растворе цитрата натрия с I=10⁻⁶ М размер агрегатов Al уменьшился от 226 до 218 нм (рН=7). При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ до I = 10⁻² М размер частиц Al уменьшается до 151 нм. Агрегативная устойчивость суспензий с ионной силой 10⁻² М согласуется с данными о дзета потенциале, согласно которым ζ-потенциал уменьшился от -7,2 до -37,6 мВ при увеличении концентрации цитрата.

Таким образом, продемонстрировано, что увеличение ионной силы раствора от 0 до 10 мМ приводит к стабилизации частиц и уменьшению их среднего размера в растворе Na₃Cit.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ВОДАХ РЕКИ ВОРОНЫ НА ГРАНИЦАХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПЕНЗЕНСКОЙ И ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТЯМИ

Колкова К.С.

Научный руководитель: к.г.н., доцент кафедры экологии Тамбовского
государственного университета имени Г.Р. Державина

Буковский М.Е.

E-mail: kolkova-kseniya@mail.ru

Вода – важнейший источник жизни на Земле. Поэтому человечество должно бережно относиться к ней. В настоящее время тревожное положение сложилось с загрязнением водных ресурсов. Цель работы - сравнительный анализ содержания основных загрязняющих веществ в водах реки Вороны на границах Тамбовской области с Пензенской и Воронежской областями за период с 1995 г. по 2010 г.

В основу наших исследований положены данные Отдела водных ресурсов по Тамбовской области Донского бассейнового водного управления [Федеральное агентство водных ресурсов: Отдел водных ресурсов Донского БВУ по Тамбовской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://voda.mnr.gov.ru/structure/list.php?part=175>, свободный. - Загл. с экрана].

Верхний створ находится на границе Тамбовской и Пензенской областей (с. Пересыпкино), нижний – на границе Тамбовской и Воронежской областей (с. Б. Алабухи).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика основных загрязнителей в водах реки Вороны на границах Тамбовской области с Пензенской и Воронежской областями

	БПК ₅	Азот аммонийный	Взвеш В-ва	Нефтепродукты	Азот нитратный	Азот нитритный	СПАВ	Фосфаты	ХПК
Верхний створ	2,546	0,283	6,890	0,030	0,589	0,012	0,008	0,194	25,435
Нижний створ	2,424	0,249	7,335	0,061	0,648	0,011	0,017	0,222	25,932
ПДК	2,000	0,400		0,050	9,100	0,020	0,100	0,200	15,000
Изменение концентрации веществ на нижнем створе по сравнению с верхним створом	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑

Обобщив результаты проведенного анализа, нам удалось установить негаливные изменения качества воды в р. Ворона на границах Тамбовской области с Пензенской и Воронежской областями.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ВОДНЫЙ РАСТВОР ПАРАЦЕТАМОЛА

Кудрявцева В.Л.

Научный руководитель: младший научный сотрудник Лаборатории № 1
Томского политехнического университета Колоколов Д.Ю.

E-mail: kudruavtseva.valeriya93@gmail.com

По данным исследований [Heberer T., Toxicology Letters 131 (2002). 5–17 p.] в водах содержатся множество фармацевтических препаратов. Одним из перспективных методов очистки сточных вод является метод, основанный на воздействии импульсного электронного пучка, при котором происходит радиолиз воды, в результате чего, образуются радикалы Н и ОН, воздействующие на загрязнения.

В ходе данной работы была проведена серия экспериментов по снижению концентрации парацетамола в воде с помощью импульсного электронного пучка. Генератором электронного пучка выступал импульсный электронный ускоритель «Астра – М», параметры которого: ускоряющее напряжение до 470 кВ, ток пучка 1,2 кА, длительность импульса 300 нс, энергия 20 Дж. Определение концентрации парацетамола производилось фотометрическим методом по методике [МУК 4.1.0.272 - 4.1.0.340 - 96 // Выпуск 31, Минздрав России, 1999].

Для разных исходных концентраций парацетамола 20 и 10 мг/л были проведены серии экспериментов с изменением поглощённой дозы (рис. 1).

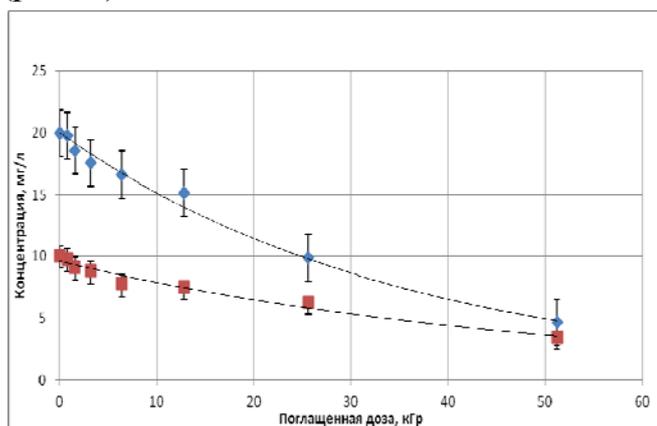


Рис. 1. График концентрации водного раствора парацетамола при исходных концентрациях 10 и 20 мг/л в зависимости от поглощённой дозы

В ходе выполнения работы было установлено, что при повышении поглощённой дозы наблюдается снижение концентрации парацетамола по экспоненциальному закону.

СОЗДАНИЕ БИОАКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИДРОКСИАПАТИТА ДЛЯ ТИТАНА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Малышева В.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Томского политехнического
университета Леонова Л.А.

E-mail: vikamal@mail.ru

На сегодняшний день приоритетным направлением в современной науке является исследование, разработка и производство материалов медицинского назначения. Мировая потребность в имплантатах и эндопротезах (для лечения и восстановления утраченных функций кости) возрастает с каждым годом на сотни тысяч – миллионы в год. Самые распространенные в восстановительной медицине и стоматологии – титановые имплантаты. Для сокращения сроков срачивания с костной тканью используются имплантаты в биоактивном исполнении (поверхность покрыта тонким слоем биоактивного материала). В качестве биоактивного покрытия используют системы фосфата кальция, в частности гидроксиапатит (ГА). ГА – встречающийся в природе минерал, а так же одна из основных неорганических составляющих костной ткани живого организма. Синтетический ГА, согласно исследованиям [В.П. Орловский, Ж.А.Ежова и др. ЖНХ. 1992, 37, 4], также имеет сродство к биологическим тканям.

Главная задача НИР – разработка технологии получения биоактивного покрытия титановых образцов на основе синтезированного гидроксиапатита (ГА), с последующим внедрением в медицинской практике при изготовлении имплантатов. Для создания биоактивного материала покрытия был синтезирован ГА в режиме гомогенного осаждения с применением комплексообразователя (натриевой соли ЭДТА). Проведенные испытания показали, что синтез ГА по методике с использованием комплексообразователя позволяет получать микрокристаллический ГА, подобный материалу биологического происхождения (по составу и свойствам). Перед нанесением гидроксиапатитового покрытия, поверхность титана подвергали обработке в фосфоро-кислотном травителе с добавлением фторида аммония. Это способствует увеличению площади соприкосновения, а наличие фосфатных групп в составе остаточного оксидного слоя на титане сочетанию с кальцийфосфатами.

Таким образом, предложенные разработки позволяют минимизировать неблагоприятные последствия протезирования (отторжение инородного тела организмом) и улучшить взаимодействие биоактивного покрытия и металла, а синтезированный ГА может быть рекомендован к использованию в медицине в качестве материала для покрытия металлических имплантатов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ГИДРОКСИАПАТИТА БИОЛОГИЧЕСКОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Мельникова С.А.¹, Гурова О.А.²

Научные руководители: к.т.н., Северский технологический институт Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Зеличенко Е.А.²,
к.ф.-м.н., доцент Томского политехнического университета Зенин Б.С.¹
E-mail: miss.melsva@yandex.ru

В настоящее время исследования, разработка и производство материалов медицинского назначения - являются актуальными задачами для материаловедов, химиков и технологов.

При создании биоматериалов очень часто применяют порошки фосфатов кальция, в частности гидроксиапатит (ГА) биологического и искусственного происхождения. Гидроксиапатит биологического происхождения изготавливают путем обжига костей крупного рогатого скота (КРС) с последующим измельчением. Синтетический ГА в основном получают с помощью растворных и твердофазных методов. Растворные методы характерны осаждением, гидротермальным синтезом и гидролизом кальций фосфатов.

В зависимости от метода синтеза порошков ГА, они могут различаться по морфологии, удельной поверхности, стехиометрии и степени кристалличности [Касавина Б. С. Жизнь костной ткани. 2-е изд. М.: Наука, 1979. - С. 176.].

Целью настоящего исследования - является сравнение свойств гидроксиапатита биологического и искусственного происхождения.

Особенностью биологического ГА является стабильный химический состав и наличие микроэлементов, характерных костному минералу.

По результатам рентгенофазового анализа ГА биологический представляет собой гетерофазную смесь гидроксиапатитов гексагональной и моноклинной модификаций и содержит 1 % аморфной фазы, а ГА синтетический представляет собой гетерофазную смесь гидроксиапатитов гексагональной, моноклинной и триклинной модификаций и на 100 % представлен кристаллической фазой.

По оценке параметров пористой структуры и удельной поверхности образцов синтетического и биологического ГА видно, что у биологического ГА более развитая поверхность.

Исследования показывают, что данные материалы являются биологически совместимыми наполнителями. Но ГА искусственного происхождения не влияет на регенерацию кости и формирование нового костного минерала, в отличие от ГА биологического который имеет микропористую и макропористую структуру человеческой кости и подвергается резорбции по мере замещения новой костью.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ ПОДЛОЖКИ НА ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ ВЧ-МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ МЕТОДОМ ДВОЙНОГО ЗОНДА ЛЕНГМЮРА

Мухаметкалиев Т.М., Мельников Е.С.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., с.н.с., доцент кафедры теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета
Сурменев Р.А.

E-mail: mtm91@mail.ru

Цель работы: изучение поведения температуры и концентрации электронов ВЧ-магнетронного разряда в зависимости от величины отрицательного потенциала смещения на подложке.

В результате экспериментов установлено, что при подаче смещения в 100В с коэффициентом заполнения 70%, концентрация и температура электронов растет по сравнению с заземленной подложкой (ЗП) (Таблица 1).

При подаче отрицательного потенциала смещения, на подложке происходит увеличение плотности потока положительных ионов и их энергии [Elvis O. López, Alexandre Mello, Henrique Sendão, et.al. // ACS Applied Materials and Interfaces- 2013. - №5, P. 9435–9445]. Для электронов же возникает дополнительное тормозящее электрическое поле в направлении подложки.

Установлено что температура электронов при смещении в 100В увеличивается по сравнению с заземленной подложкой. Наряду с этим,

В случае использования электрического смещения на подложке процессы ионизации происходят более интенсивно, что приводит к увеличению концентрации электронов в плазме.

Также наблюдается зависимость T_e и n_e при увеличении мощности, T_e и n_e показывают пропорциональный рост с ростом мощности разряда, как в случае смещения так и в случае ЗП.

Таблица 1 - Параметры плазмы, полученные при потенциале смещения в 100В и заземленной подложке, при давлении 0,4Па.

Мощность [Вт]	Смещение [В]	Duty factor [%]	T_e [эВ]	n_e [см ⁻³] *10 ¹¹
160	ЗП		1,823	1,926
	100	70%	2,137	2,533
180	ЗП		2,218	1,94
	100	70%	2,931	2,572
500	ЗП		2,005	2,720
	100	70%	2,275	2,964

ПОЛУЧЕНИЕ МОНОМЕРОВ ДЛЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ

Похарукова Ю.Е.¹, Яркова А.В.², Шкарин А.А.², Боровикова Я.С.²

Научные руководители: ¹к.х.н., старший преподаватель кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета Фитерер Е.П.;

²к.х.н., доцент кафедры технологии органически веществ и полимерных материалов ТПУ Новиков В.Т.

E-mail: poharukova@gmail.com

В последнее время активно развивается направление создания биоразлагаемых полимеров на основе оксикарбоновых кислот для получения изделий медицинского назначения: хирургические шовные материалы, искусственные ткани и органы, имплантаты, эндопротезы, а также лекарственных препаратов пролонгированного действия. Данный интерес вызван уникальной способностью биоразлагаемых полимеров к биологической совместимости с организмом человека и к разложению до нетоксических веществ [Марычев С.Н. Полимеры в медицине. Владимир: ВГУ, 2001, С. 68].

Для получения олигомеров использовали 80 %-ую молочную кислоту ($\text{HO}(\text{CH}_2)\text{NCOOH}$) производства PURAC и 70 %-ую гликолевую кислоту (HOCH_2COOH) производства AppliChem GmbH.

Концентрирование оксикарбоновых кислот и процесс олигомеризации проводился на роторно-пленочном испарителе Heidolph Hei-VAP при температуре от 140 до 180 °С, скорости вращения колбы от 60 до 100 оборотов в минут и при разрежении 25...50 мбар. В качестве катализатора использовали оксид цинка и трехокись сурьмы [Шкарин А.А., Яркова А.В., Иженбина Т.Н., Лукьянов А.Е., Новиков В.Т. Материалы III Всероссийской конференции с международным участием. Новочебоксарск, 2013, С. 264].

Полученные лактид-сырец и гликолид-сырец были очищены методом перекристаллизации из этилацетата и высушены при 45...50 °С с применением неглубокого вакуума (~0,03 МПа) в вакуум-сушильном шкафу (Memmert VO).

Контроль реакции и идентификация продуктов осуществлялась с помощью дифференциально-термического анализа (2ТГ/ДСК/ДТА), ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр Nicolet 5700) и температуры плавления (Melting Point M-560).

Выяснено, что получение олигомеров оксикарбоновых кислот на роторно-пленочном испарителе Heidolph Hei-VAP позволяет улучшить условия тепло- и массообмена, а также сократить время олигомеризации гликолевой и молочной кислот. Кроме того, установлено, что чистота лактида и гликолида определяет молекулярную массу соответствующего биоразлагаемого полимера.

Работа выполнялась в рамках ГК №14.512.11.0012.

ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ ДИОКСИД ТИТАНА

Рыгин А.В.

Научный руководитель: к.х.н, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета

Воронова Г.А.

E-mail: alexandr.rygin@gmail.com

Грипп и ОРВИ занимают первое место по частоте и количеству случаев в мире, и составляет 95% всех инфекционных заболеваний. Специалисты регионального (прим. Томской области) Роспотребнадзора зафиксировали превышение эпидпорога заболеваемости гриппом и острыми респираторными заболеваниями (ОРВИ) в Томске на 11,5% [Трепова О., Три школы и шесть садов закрылись на карантин в Томской области [Электронный ресурс]: Национальное хост-агентство. – 2014. – Режим доступа: <http://ria.ru/tomsk/20140311/999011786.html>].

Существует ряд публикаций по антивирусной и антибактериальной активности TiO_2 . Наночастицы TiO_2 , аморфной модификации, диаметры которых находятся в диапазоне 5 – 20 нм, могут разрушать вирус гриппа (H3N2). В электронном микроскопе видно, что уже через 15 минут, при облучении УФ-лучами, наночастицы налипают на внешнюю поверхность вирусной оболочки и вызывают её разрывы [Мазуркова Н. А. Взаимодействие наночастиц диоксида титана с вирусом гриппа // Российские нанотехнологии. – 2010. – № 56. – с.125–127].

Также, в работе [Sunada, K. Studies on photokilling of bacteria on TiO_2 thin films / K. Sunada [et al.] // J. Photochem. Photobiol. A: Chem. – 2003. – V. 156. – P. 227-233.] было показано, что фотокаталитическая инактивация микроорганизмов приводит к заметному снижению концентрации липидов клеточных стенок. Полное разрушение *E. coli* наступало в течении полутора часов при интенсивности облучения 1,0 мВт/см², на поверхности пленки оксида титана толщиной 0,4 мкм.

Диоксид титана не только является перспективным фотокатализатором для деструкции токсичных органических и неорганических соединений в условиях, исключающих возможность образования ксенобиотических побочных продуктов, но также обеспечивает эффективное фотоиндуцированное (т.е. безреагентное) уничтожение патогенных бактерий и вирусов [Kuhn, K.P. Disinfection of surfaces by photocatalytic oxidation with titanium dioxide // K.P. Kuhn [et al.] // Chemosphere. – 2003.– V.53.– P.71-77.].

Дальнейшее исследование диоксида титана и особых фотокаталитических свойств, а также развитие технологического производства, вероятно, наилучшим образом скажутся на снижении уровня заболеваемости как в Российской Федерации, так и в мировом пространстве в целом.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЛИКОЛЕВОЙ КИСЛОТЫ РЕАКЦИЕЙ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОГО ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ ЭТАНДИАЛЯ

Фомченков М.А.

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета Мальков В.С.

E-mail: sqwi@bk.ru

Отличия процесса получения гликолевой кислоты посредством проведения диспропорционирования альдегида в щелочной среде, являются мягкие условия синтеза. Карбонилирование формальдегида, цианогидринный, каталитическая реакция Канниццаро и многие другие способы синтеза, требуют высоких температур около 100°C , которые приводят к различным примесям, избавление от которых требует дополнительных экономических затрат.

Нашей целью была оптимизация процесса синтеза гликолевой кислоты и нахождение подходящих условий растворителя, природы щелочного агента и температуры процесса.

Был проанализирован процесс синтеза гликолевой кислоты посредством проведения реакции в гомогенной среде с применением водных растворов щелочноземельных гидроксидов в качестве основания. Данные, полученные в ходе проведения экспериментов, представлены на рис. 1.

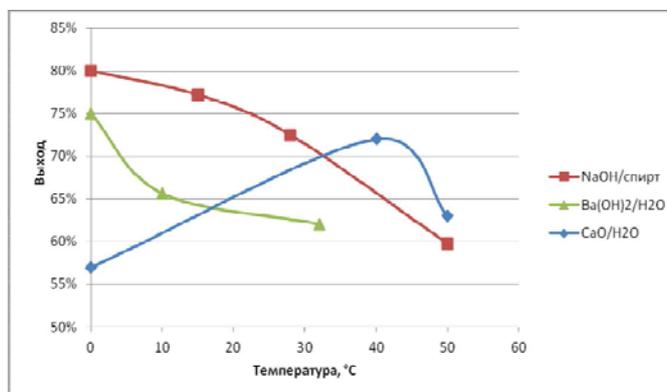


Рисунок 1 - Зависимость выхода солей гликолевой кислоты от температуры

В случае с NaOH был взят спирт, потому как в случае с водой имеют место процессы осмоления продуктов и полупродуктов реакции. Синтезы проводили в трехгорлой круглодонной колбе помещенной в криостат с целью охлаждения, выходы рассчитывали на основании данных ВЭЖХ на гликолевую кислоту и ГХ на глиоксаль. На основании данного графика можно заключить вывод в том, что для получения гликолевой кислоты в гомогенной каталитической щелочной среде синтеза необходимо проводить синтезы в области низких температур и в растворах с достаточно низкой концентрацией гидроксид ионов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИЛАКТИДА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Шкарин А.А.¹, Яркова А.В.¹, Похарукова Ю.Е.²

Научный руководитель: ¹к.х.н., доцент кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов ТПУ Новиков В.Т.,
²к.х.н., старший преподаватель кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов ТПУ Фитерер Е.П.

E-mail: sanya.sh.nu@yandex.ru

На сегодняшний день в медицине широко используются полимеры, из которых изготавливают различные изделия, которые должны соответствовать ряду специфических свойств, такие как биосовместимость с организмом, контролируемая биодеструкция, стерильность и др. Полилактид (ПЛА) – один из представителей биорезорбируемых полимеров, из которого изготавливают различные шурупы, стержни, шины, эндопротезы в хирургии, а также искусственные ткани и органы в трансплантологии [Штильман М. И., Полимеры медико-биологического назначения, 2006, 400].

Синтез биоразлагаемых полимеров на основе молочной кислоты (МК) включает следующие стадии: концентрирование раствора МК; получение олигомеров МК с использованием катализатора; получение и очистка лактида-сырца; синтез полилактида с использованием катализатора октоата олова и регулятора роста цепи – лаурилового спирта [Яркова А.В., Шкарин А.А., Новиков В.Т. Синтез полилактида // Материалы шестой всероссийской каргинской конференции «Полимеры - 2014». – Москва, с. 552].

Процесс синтеза олигомера на обычной установке для перегонки осложняется плохими условиями массо- и теплообмена, что было устранено с использованием роторно-вакуумного испарителя «Neodolph».

На стадии очистки лактида-сырца применяли комплексные процессы, в которых использовались различные растворители и адсорбенты, с целью получения лактида требуемой чистоты. Так же, для сокращения количества отходов на стадии получения и очистки лактида-сырца проводилась регенерация растворителей и лактида.

В данной работе был использован метод полимеризации лактида с раскрытием цикла в присутствии катализатора и инициатора. Молекулярную массу полученного полилактида определяли на гель - проникающем хроматографе, и она составила 23000...82000 г/моль.

Установлено, что на молекулярную массу полимера существенно влияет чистота исходного лактида и условия реакции.

Таким образом, с использованием новых технологий и процессов было сокращено время на стадии олигомеризации и сокращено количество отходов практически на всех стадиях синтеза ПЛА.

Работа выполнялась в рамках ГК №14.512.11.0012.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ХОЗЯЙСТВЕННО БЫТОВЫХ СТОКОВ В ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ОБЪЕКТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Башарова А.Ю.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Томского политехнического
университета Вторушина А.Н.

E-mail: b.aleksandra.2132@mail.ru

Наиболее часто метод биологической очистки реализуется в проточных очистных сооружениях. Однако данная схема очистки не приемлема для объектов индивидуальной жилой застройки, поэтому разработка локально очистного сооружения (ЛОС) биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод объектов индивидуальной жилой застройки является весьма актуальной задачей.

Биологический метод применяется для очистки производственных и бытовых сточных вод от органических и неорганических загрязнителей. Основной процесс, протекающий при биологической очистке сточных вод - это биологическое окисление [Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков / Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. и др. — М.: Высшая школа, 2003. — 344с.].

Степень очистки сточных вод зависит от значений абиотических факторов окружения активного ила. Немаловажными факторами, отрицательно влияющими на формирование активного ила, являются несбалансированность в соотношении биогенных элементов в сточных водах, колебание показателя рН среды, влияние света, температуры, аэрации, изменение концентрации поверхностно активных веществ (ПАВ), уровня солености и т.д. [Сокольский А.Ф., Тюменцев О.В. Влияние абиотических факторов на биоценоз активного ила очистных сооружений // Научный потенциал регионов на службу модернизации – 2013. – № 2. – С. 121–125.]. Проведены научно-исследовательские работы по оценке зависимости видового состава активного ила и химического состава хозяйственно-бытовых стоков после очистки от количества и видов поверхностно-активных веществ, значения показателя рН, общей солености, температуры и т.д.

Так, например, при значениях рН 1-5 организмы активного ила погибают. Наиболее оптимальным значением рН для развития биоценоза активного ила следует считать интервал рН 6–8. Использование активного ила накладывает определенные требования к конструкции ЛОС. Предлагаемая в данной работе конструкция ЛОС позволяет сгладить такие факторы как климатические условия региона и залповые сбросы сточных вод. Еще одним преимуществом такого вида очистных сооружений является существование достаточно большого количества методов утилизации отработанного активного ила, что делает биологическую очистку воды эффективным и рациональным методом.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИНИТРИДОВ ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Иванова Н.М.

Научные руководители: к.т.н., ассистент кафедры промышленной и
медицинской электроники Томского политехнического университета
Арышева Г.В.;

профессор, д.ф.-м.н., зав. кафедрой теоретической и экспериментальной
физики Томского политехнического университета Пичугин В.Ф.

E-mail: ivanovanina91@mail.ru

Перспективным методом лечения ишемической болезни сердца является стентирование. Наиболее используемым металлом для стентов является нержавеющей сталь (316L). Однако, при использовании нержавеющей стали существует вероятность высвобождения ионов никеля, что может вызвать аллергические реакции и рестеноз. Поэтому проблема биосовместимости нержавеющей сталей, в настоящее время, является актуальной.

Модифицирование поверхности стентов путем формирования покрытий является самым распространенным способом преодоления этой проблемы. Большой интерес вызывают тонкопленочные покрытия на основе оксинитридов титана из-за их способности улучшать антитромбогенные свойства, а также из-за высокого уровня гемосовместимости. В зависимости от соотношения N/O в составе покрытия TiN_xO_y меняются свойства материала. Наиболее перспективный метод получения покрытий на основе оксинитридов титана - метод реактивного магнетронного распыления. Исследования топографии полученных покрытий методом атомно-силовой микроскопии проводились на научно-исследовательском комплексе Centaur (ООО "Нано Скан Технология", Россия).

В работе проведено исследование образцов 316L с покрытиями различного химического состава (оксиды и оксинитриды титана). Анализ параметров шероховатости, описывающих морфологию поверхности, проводили по ГОСТ 2789-73. Топография поверхности всех групп образцов характеризуется бимодальным распределением параметров шероховатости (два масштабных уровня), что позволяет говорить о сложной неоднородной поверхностной структуре, с формированием большего масштабного уровня из меньшего.

СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ СИСТЕМ

Шредер К.С.

Научный руководитель: д.х.н., профессор Томского государственного университета Водянкина О.В.

E-mail: shrederk@gmail.com

За минувшее десятилетие интерес к гетерогенным фотокаталитическим процессам непрерывно возрастает. В основном, это связано с тем, что фотокаталитическое окисление способно разрушить до неорганических продуктов практически любые органические соединения, что может быть использовано для эффективной очистки окружающей среды.

В качестве фотокатализатора наиболее часто используют диоксид титана, что связано с его высокой фотокаталитической активностью, высокой химической стабильностью, низкой стоимостью и отсутствием токсичности. Однако фотокатализ с использованием диоксида титана имеет недостатки: область поглощения диоксида титана находится в УФ-области спектра, поэтому эффективность работы фотокатализаторов под действием видимого излучения менее 10 %. Нанесение TiO_2 на подходящий носитель позволяет увеличить удельную поверхность катализаторов, при этом средний размер частиц уменьшается, а, следовательно, доступность реагентов к активным центрам TiO_2 возрастает. Таким носителем может быть SiO_2 , так как аэрогель SiO_2 имеет достаточно развитую поверхность с большим количеством поверхностных ОН-групп, что играет важную роль в фоторазложении, так как они являются ловушками для дырок, что приводит к образованию очень реакционно-способных ОН радикалов. Целью данной работы являлась разработка методики нанесения TiO_2 на аэрогель SiO_2 и исследование каталитической активности полученных образцов в модельной реакции фоторазложения метиленового синего. В ходе исследования был разработан способ синтеза $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ систем, методом гетерогенного нанесения, в котором TiO_2 наносился на поверхность аэрогеля SiO_2 контролируемым гидролизом органического прекурсора – ТТIP. Так же полученные по разработанной методике образцы были исследованы на фотокаталитическую активность:

Секция 4 «Материалы для повышения качества жизни»

ПОЛЗУЧЕСТЬ АМОРФНЫХ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВОВ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

Березнер А.Д.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики
Тамбовского государственного университета Плужникова Т.Н.

E-mail: qwert1009@mail.ru

В настоящее время имеется достаточно много теоретических и экспериментальных работ посвященных вопросам ползучести металлов и металлических сплавов. Однако, явление ползучести аморфных и нанокристаллических сплавов остается мало изученным.

В связи с этим, основные цели данной работы:

1. Изучение влияния температурного поля на ползучесть аморфных и нанокристаллического сплавов;
2. Исследование влияния предварительного отжига на процесс ползучести аморфных и нанокристаллических сплавов;
3. Исследование изменения поверхностного рельефа сплавов, в результате воздействия температурного поля.

В качестве исследуемых материалов были выбраны аморфные металлические стекла, на основе Co и Fe (АМАГ-170, АМАГ-179, АМАГ-180, АМАГ-183, АМАГ-186) и нанокристаллический сплав на основе Fe (АМАГ-200).

Образец, вместе с закрепленным грузом, помещался в печь и нагревался в температурном интервале от 300 до 1200 К. Скорость нагрева была линейной и составляла ~ 1 К/с. Температура образца фиксировалась лазерным пирометром Testo-845. Удлинение образцов измерялось триангуляционным датчиком. Для определения кристалличности структуры выполнялись рентгенографические исследования на дифрактометре Rigaku Ultima IV.

Было установлено, что при нагреве образцы аморфного сплава деформируются неоднородно. На кривых ползучести, при температурах выше 600 К, наблюдается наличие участков скачкообразной деформации.

При тепловом воздействии на образцы аморфных сплавов, структура материала переходит из неупорядоченного состояния в кристаллическое, о чем свидетельствуют результаты дифференциальной сканирующей калориметрии. Качественный анализ показывает, что по мере нагрева, в сплаве образуются соединения FeO, CoO, CoFeSi, а также двойные и тройные соединения между другими элементами сплава. Сравнение температурных интервалов кристаллизации с интервалами скачкообразной деформации показало, что эти промежутки сопоставимы.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СКАЧКОВ ДЕФОРМАЦИИ НА КРИВЫХ ПОЛЗУЧЕСТИ АМОРФНЫХ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВОВ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

Березнер А.Д.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики
Тамбовского государственного университета Плужникова Т.Н.

E-mail: qwert1009@mail.ru

Неоднородность пластической деформации, наблюдаемая в экспериментах на ползучесть, по-видимому, связана с кристаллизацией образцов, с кинетикой окисления их поверхности и со скачкообразным изменением свойств. Морфологической особенностью разрушения образцов является вязкая или вязко-хрупкая деформация, с вытягиванием. Вблизи места разрыва сплава образовывались утонения и складки. Нанокристаллический сплав деформируется хрупко.

Проводился отжиг исходных сплавов. Ленты выдерживались 10 минут, в печи SNOL – 8.2/1100, при температуре 673 К. Затем отожженные образцы испытывались на ползучесть по методике аналогичной для образцов не прошедших предварительный отжиг. Эксперименты показали, что отожженные образцы деформируются без скачков, однако на некоторых кривых наблюдаются колебания. Также было отмечено, что поверхность отожженных лент испытывает на себе более равномерное окисление, нежели чем поверхность сплавов без термической обработки, что связано с наличием центров кристаллизации у лент выдержанных в печи. Наблюдения за поверхностным рельефом лент, проведенные на лазерном интерферометре Wyko NT 9080 (длина волны излучения $\lambda = 670$ нм), показали, что с ростом температуры, увеличивается рельефная кривизна, а толщина образцов доходит до значения $h \sim 5$ мкм.

У образцов без отжига, скачкообразно уменьшается площадь поперечного сечения ленты и происходит образование разрывов или трещин, что приводит к увеличению нагрузки на оставшуюся (недеформированную) часть сплава. В результате образец резко удлиняется. При термическом отжиге, окисление поверхности сплава, как было отмечено выше, происходит равномерно, поэтому образование разрывов протекает более плавно во времени (без скачков).

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ Pd-Ag КАТАЛИЗАТОРЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ СО

Бондарчук И.С.

Научные руководители: д.ф.-м.н., профессор кафедры физической и коллоидной химии Томского государственного университета Курзина И.А.; к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета Мамонтов Г.В.

E-mail: ivani4@t-sk.ru

В последнее время все возрастающий интерес находит применение биметаллических наночастиц. Причиной этого являются уникальные структурные, электронные, магнитные и оптические свойства БНЧ. Не менее интересными БНЧ оказываются и для гетерогенного катализа.

Большой интерес уделяется биметаллическим Pd-Ag наночастицам, т.к. катализаторы на их основе являются перспективными в реакциях гидрирования и глубокого окисления органических веществ, в том числе в реакции низкотемпературного окисления СО.

Целью настоящей работы было синтезировать биметаллические Pd-Ag катализаторы и исследовать особенности формирования активной поверхности и каталитические свойства в реакции окисления СО.

Носитель SiO₂ получен золь-гель методом с использованием тетраэтоксиртосилана в качестве предшественника оксида кремния и азотной кислоты в качестве катализатора гидролиза. Синтез катализаторов проводили методом пропитки по влагеёмкости с использованием H₂[PdCl_x] и AgNO₃ в качестве прекурсоров активных компонентов.

Синтезированные катализаторы исследовались методом температурно-программируемого восстановления в водороде (ТПВ-H₂) и в СО (ТПВ-СО) на анализаторе хемосорбции «ChemiSorb 2750» (Micromeritics, USA), сопряженным с газовым масс-спектрометром «UGA-300» для анализа продуктов реакции. Также катализаторы исследованы методом рентгенофазового анализа (РФА), электронной спектроскопии диффузного отражения (ЭСДО). Исследована активность катализаторов в реакции окисления СО.

Методом ТПВ показано, что для Pd-Ag биметаллических катализаторов характерно совместное восстановление серебра и палладия в водороде и раздельное восстановление в СО. Присутствие серебра в катализаторах способствует восстановлению палладия в СО при более низких температурах. Катализатор Ag/SiO₂ показал высокую активность в реакции низкотемпературного окисления СО. Введение палладия привело к снижению активности [Бондарчук И.С., F.J.C.S. Aires, Перспективы развития фундаментальных наук: труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных. Россия, Томск, 22–25 апреля 2014 г. / под ред. Е.А. Вайтулевич. – 2014. – С. 311-313].

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

Власова Н.В., Бестужева Д.В.

Научный руководитель: к.х.н., старший преподаватель кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета Мананкова А.А.

E-mail: nadezhda_hope89@mail.ru

Побочные жидкие продукты пиролиза служат сырьем для синтеза нефтеполимерных смол (НПС). На основе НПС можно получать различные лакокрасочные композиции. Для придания композиционным материалам декоративных свойств используются пигменты.

В работе в качестве пленкообразующего использовали НПС, полученные олигомеризацией циклопентадиеновой фракции под действием катализаторов $Ti(C_3H_6Cl)Cl_3$ (смола 1), $Ti(C_3H_7)Cl_3$ (смола 2).

Для придания цвета покрытиям использовали желтый железоксидный пигмент марки Bauferrox 920. Пигментированную композицию получали путем смешения пигмента с раствором НПС с помощью чашечного истирателя ИВ-1. Диспергирование проводили в течение 3 минут, степень перетира составляла 5-7,5 мкм. Для исследования возможности замены растительного масла в лакокрасочных материалах на НПС, получали пигментированные масляно-смоляные композиции с соотношением масло:смола в интервале 5:95...25:75. В качестве растительного масла использовали окисленное подсолнечное масло (ОПМ). На рис. 1 представлено изменение прочности покрытия от содержания ОПМ.

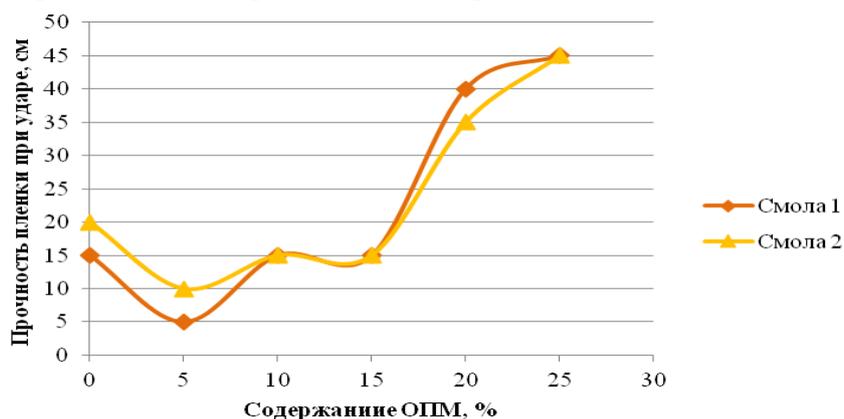


Рисунок 1 Зависимость прочности пигментированных масляно-смоляных покрытий при ударе от содержания ОПМ в композиции

Установлено, что оптимальное содержание ОПМ в лакокрасочных композиционных материалах на основе НПС с использованием желтого железоксидного пигмента составляет 20-25%.

КАТАЛИЗАТОРЫ STD-ПРОЦЕССА

Водорезова О.Ю.

Научные руководители: д.х.н., профессор Томского государственного
университета Курина Л.Н.,

к.х.н. Томского государственного университета Косова Н.И.

E-mail: olga.vodorezova@yandex.ru

В связи с наметившейся тенденцией сокращения запаса нефтяных ресурсов, исследователи все больше внимания уделяют поиску альтернативных видов топлива. Одним из альтернативных энергоносителей с улучшенными экологическими характеристиками, может являться диметиловый эфир (ДМЭ). ДМЭ обладает высоким цетановым числом (>55) и низким выхлопом CO, NO_x и твердых частиц в процессе сгорания по сравнению с дизельным топливом. ДМЭ не токсичен, немутагенен и не канцерогенен. Для промышленной реализации наиболее перспективным и энергосберегающим является совмещенный процесс получения диметилового эфира из синтез-газа (STD-процесс) на катализаторах синтеза метанола и его дегидратации.

В Лаборатории каталитических исследований ТГУ проводится исследование возможности осуществления STD-процесса получения диметилового эфира на катализаторах синтеза метанола (Cu-Zn-O системы) и катализаторах дегидратации метанола (γ -Al₂O₃, цеолиты) [Natalia I. Kosova, Pavel G. Musich, Irina A. Kurzina, Alexander V. Vosmerikov, Advanced Materials Research, 2014, 872, 15-22].

Совместно с Институтом катализа СО РАН были синтезированы и исследованы физико-химические свойства медьсодержащих катализаторов синтеза метанола [Пат. RU 2055639 Рос. Фед.] следующих составов: CuZnAl, CuZnAlCr, CuZnAlZr. Катализаторы получали методом соосаждения из растворов солей соответствующих металлов при постоянных условиях. В качестве катализатора дегидратации метанола был использован цеолит HZSM-5 с силикатным модулем 30 (ИХН СО РАН).

Каталитические испытания проводили на каталитической установке для проведения процессов при повышенном давлении с проточным реактором в стационарном режиме при следующих условиях: $P = 3$ МПа, $T = 220 - 260$ °С, $W = 576$ ч⁻¹, $H_2/CO = 2$. Для синтеза ДМЭ в реактор послойно загружали катализаторы синтеза метанола и его дегидратации. Все синтезированные образцы показали каталитическую активность в реакции синтеза ДМЭ из синтез-газа, максимальный выход ДМЭ составляет 17 % при конверсии CO 51 % на CuZnAlCr катализаторе.

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования сорбционных и каталитических исследований Томского государственного университета.

Проект выполняется при поддержке РФФИ № 13-08-98129 *p_сибирь_a*.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ Pt-СОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЛИНЕЙНЫХ АЛКИЛБЕНЗОЛОВ

Глик П.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор
Томского политехнического университета Ивашкина Е.Н.

E-mail: glik.pavel@mail.ru

Процесс дегидрирования парафинов нормального строения является основным и лимитирующим в синтезе линейных алкилбензолов (ЛАБ) – полуфабрикатов в производстве синтетических моющих средств. Катализатор данного процесса платиносодержащий, нанесенный на оксид алюминия или цеолиты (содержание Pt 0,92 – 1,06 % масс.). Срок службы катализатора, а также качество получаемых продуктов – олефинов, пригодных для производства ЛАБ, во многом являются управляемыми параметрами (мольное соотношение водород – сырье, состав исходного сырья, температура в реакторе, тип применяемого катализатора и др.) [Ивашкина Е.Н. Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. Томск: Нац. исслед. Томский политехн. ун-т, 2012. - 45 с.].

Целью данной работы является исследование и анализ зависимости степени дезактивации катализатора от технологических параметров работы реактора дегидрирования, а также прогнозирование качества промежуточных (олефинов) и целевых (ЛАБ) продуктов от заданных параметров с применением математической модели.

Проведенные численные исследования, с использованием в качестве исходной информации реальных данных с промышленной установки, позволили определить оптимальные параметры проведения процесса дегидрирования, обеспечивающие максимальный выход высококачественного продукта (олефинов) и ЛАБ, а также спрогнозировать срок службы катализатора при изменении: состава перерабатываемого сырья (соотношение $L=(C_{10}+C_{11})/(C_{12}+C_{13})$ компонентов изменялось от 0,85 до 0,95), мольного соотношения водород – сырье (K) от 6:1 до 7:1, заданной концентрации олефинов в продуктовой смеси реактора дегидрирования (от 8,5 до 9,5 % масс.).

Снижение степени закоксовывания катализатора путем подбора оптимального состава сырья ($L=0,86$), при «мягких» условиях в реакторе $K=7:1$ и постоянной выработке олефинов 8,5 % масс. позволяет продлить срок службы катализатора до 50 суток. Таким образом, эффективные режимы эксплуатации катализатора позволяют снизить себестоимость продукции при соблюдении допустимых норм ее экологической безопасности, в частности, степень биохимической разлагаемости ЛАБ, полученных на действующем реакторе, составляет не менее 90 % при норме 80 %.

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В УВЛАЖНЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЕПЛОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЗАТОПЛЕНИЯ

Губина Е.В.

Научный руководитель: доцент кафедры теоретической и промышленной теплотехники Томского политехнического университета
Половников В.Ю.

E-mail: KatyaTomsk@sibmail.com

Целью работы является математическое моделирование тепловых режимов и численный анализ тепловых потерь теплопроводов в условиях затопления с учетом испарения и диффузии пара в увлажненном слое тепловой изоляции.

Решение нестационарной нелинейной задачи теплопроводности для двухслойного полого цилиндра «стенка трубы – слой увлажненной теплоизоляции» и задачи диффузии пара в слое увлажненной изоляции.

Задача решена методом конечных разностей с использованием неявной четырехточечной разностной схемы. Разностные аналоги исходной системы уравнений решены методом «прогонки» и итераций. Особенность решения задачи состояла в разрыве значений теплофизических свойств на границе раздела «стенка трубы – слой увлажненной изоляции» и наличии нелинейного члена в граничном условии.

Результаты численного моделирования свидетельствуют об ожидаемом росте тепловых потерь теплопровода с увеличением температуры внутренней поверхности.

Тепловые потери теплопроводов в условиях увлажнения изоляции без учета эффекта испарения возрастают на 70-80 % по сравнению с тепловыми потерями теплопровода, имеющего сухую изоляцию.

Вклад эффекта испарения влаги на поверхности трубы в тепловые потери теплопроводов, работающих в условиях увлажнения изоляции, составляет от 10.1 до 35.6 % при использовании тепловой изоляции из минеральной ваты и от 25.9 до 63.1 % для пенополиуретановой изоляции

Учет наличия паровой компоненты в увлажненной тепловой изоляции теплопроводов приводит к снижению эффективной теплопроводности и соответственно к уменьшению общего уровня тепловых потерь. Понижение уровня тепловых потерь составляет до 8.1 % и до 1.3 % при использовании минераловатного и пенополиуретанового теплоизоляционных покрытий.

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА АК7ч МОДИФИЦИРОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫМИ ДОБАВКАМИ

Казанцева Л.А.

Научные руководители: д.ф.-м.н. профессор, зав. лабораторией каталитических исследований Томского государственного университета Курзина И.А., мл.н.с. лаборатории каталитических исследований ТГУ

Зыкова А.П.

E-mail: lyudmilka-malinka@mail.ru

Известно, что механические свойства различных сплавов зависят от химической структуры и технологии изготовления. Улучшение структуры, повышение механических и эксплуатационных свойств Al-Si сплавов можно достичь путем повышения дисперсности кремниевой эвтектики и Fe-содержащих фаз за счет модифицирования сплава малыми добавками модификаторов различного состава: рафинирующих флюсов, солей на основе натрия, нано-, ультрадисперсных порошков (УДП) металлов. [Деев В.Б., Пономарева К.В., Прохоренко А.В., Алхимов В.Н., Махина О.В.. Эффективные способы модифицирования структуры литейных сплавов // Вестник горно-металлургической секции Российской Академии Естественных наук: Сборник научных трудов. Новокузнецк, 2013. Вып. 31. – С. 44-48].

Модифицирование является важнейшим технологическим этапом в процессе производства Al-Si сплавов, т.к. при введении модифицирующих частиц в расплав, происходит измельчение структурных составляющих литого сплава, за счет распределения частиц по всему объему расплава, которые в дальнейшем являются центрами кристаллизации.

В работе представлены результаты влияния разработанного состава УДП оксидов тугоплавких металлов на механические свойства и структурные составляющие в сравнении с промышленным модификатором K_2ZrF_6 и зарубежным флюсом «Arsal». Показано, что модифицирование сплава АК7ч приводит к равномерному распределению эвтектики (α -Al+ β -Si), структурных составляющих, уменьшению кристаллов кремния в среднем в 1,5-2 раза, измельчению и изменению формы Fe-содержащих фаз. Установлено, что введение различных модификаторов влияет на механические свойства отливок, увеличивается плотность отливок. Для всех образцов наблюдается увеличение показателей относительного удлинения в 2 и более раза, это связано с уменьшением размеров кристаллов кремния, при этом временное сопротивление разрыву и плотность отливок для всех образцов различно.

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ СОВТОЛОВ

Касейнова А.С.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры технической физики
Томского политехнического университета Каренгин А.Г.

E-mail: kerim_ai_90@mail.ru

В последние 30 лет уделяется повышенное внимание группе стойких органических загрязнителей (СОЗ), которые воздействуют на среду обитания на чрезвычайно низком уровне. Среди СОЗов полихлорированные бифенилы (ПХБ), входящие в состав трансформаторных масел на основе совтолов, являются одними из самых распространенных. Традиционные методы утилизации и обезвреживания таких отходов (в основном, термические) приводят к образованию различных токсичных органических соединений (диоксины и др.).

Эффективная и экологически безопасная утилизация ПХБ может быть достигнута в условиях низкотемпературной плазмы в виде оптимальных по составу горючих водно-органических композиций, имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \geq 1200^\circ\text{C}$.

На рисунке 1 показано влияние содержания ПХБ на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций различного состава.

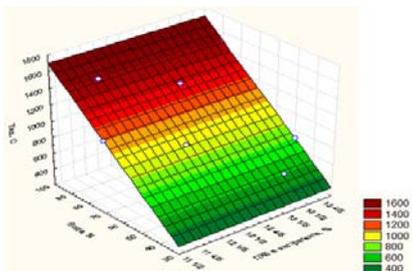


Рис. 1 Влияние содержания ПХБ на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций

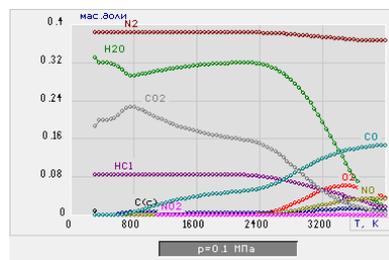


Рис. 2 Равновесный состав продуктов плазменной утилизации ВОК оптимального состава

На рисунке 2 приведён характерный равновесный состав продуктов плазменной утилизации ПХБ в виде оптимальной по составу водно-органической композиции при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 50%. Отсутствие сажи и низкое содержание CO, NO, NO₂ и HCl указывают на возможность экологически безопасного проведения данного процесса.

С учетом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации следующие оптимальные режимы:

- состав ВОК: (50% Вода : 50% ПХБ);
- массовое отношение фаз: (50% Воздух : 50% ВОК);
- интервал рабочих температур 1500 ± 100 К.

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОЛИТИТАНАТОВ КАЛИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЛЯМИ Ni²⁺ И Fe³⁺ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Колбасина Т.Н.

Научный руководитель: д.х.н., профессор кафедры химии
Саратовского государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А. Гороховский А.В.

E-mail: tkolbasina@bk.ru

Загрязнение природных вод органическими красителями приводит к возникновению экологических проблем. Традиционные методы очистки способствуют их обесцвечиванию, но при этом не удаляют органический углерод. Одним из современных способов решения данной проблемы является фотокаталитическое окисление. В качестве фотокатализатора широко применяется TiO₂, однако он активен лишь в ультрафиолетовой области спектра.

Полититанаты калия (ПТК) представляют собой слоистые наноразмерные материалы с большим межслойным расстоянием, куда могут внедряться различные частицы, в том числе ионы переходных металлов. Варьируя условия модификации можно получать гетероструктурные вещества с различным химическим составом и свойствами.

Цель работы – изучение фотокаталитических свойств наноразмерных полититанатов калия, модифицированных при различных условиях в растворах солей никеля и железа (III). Содержание модифицирующей добавки в пересчете на оксид варьировалось от 0,7 до 20,5 масс% для Ni и от 2,3 до 19,6 масс% для Fe. В качестве модельного красителя использован метиленовый синий.

Установлено, что образцы полититанатов калия с низким содержанием модифицирующей добавки характеризуются низкой сорбционной и фотокаталитической активностью: концентрация красителя в присутствии ПТК-Ni снижается на 27 % за счет адсорбции и на 11 % – за счет фотокатализа, а в присутствии ПТК-Fe – на 20 % и на 5 % соответственно. Увеличение содержания оксидов металлов в составе исследуемых гетероструктурных фотокатализаторов приводит к значительному увеличению обоих параметров: адсорбции до 62 % и фотоактивности – до 18 % для обеих модификаций. Однако, для фотокатализаторов с высоким содержанием оксида никеля или железа, характерна высокая адсорбция красителя – 87 % и 94 % для ПТК-Ni и ПТК-Fe соответственно, однако фотокаталитическая составляющая при этом снижается до 2 % для каждого образца.

ТРУБЧАТЫЕ ПОЛУПРОНИЦАЕМЫЕ КОРУНДОВЫЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

Кузьмина В.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева Лемешев Д.О.

E-mail: blackoazis2000@yandex.ru

В последнее время возрастает интерес к пористым керамическим мембранам из-за ряда их уникальных свойств (высокая термостойкость, механическая прочность, коррозионная устойчивость, высокая удельную производительность, микробиологическая стабильность и значительные сроки службы), существенно расширяющих область применения мембранных процессов.

Для получения мембранных элементов с необходимым набором свойств следует оптимизировать состав и структуру материалов путем выбора исходных компонентов и применения различных технологических приемов (подбором гранулометрического состава сырья, технологии формования, режима термообработки). Следует выбирать метод, обеспечивающий относительно высокую проницаемую пористость, узкое распределение пор по размерам и форму пор, близкую к канальной [Каграманов Г.Г. Автореферат диссертации, Научные основы технологии и применения керамических мембран. – 2002. – С. 12-56].

Трубчатые мембраны, изготавливаемые в виде полых волокон (диаметром менее 0,5 мм), капилляров (диаметром от 0,5 до 5 мм) и трубчатых систем (диаметром более 5 мм) [Гармаш Е.П., Крючков Ю.Н., Павликов Ю.Н. Керамические мембраны для ультра- и микрофльтрации // Стекло и керамика. – 1995. – № 6. – С. 19-22], могут быть получены пластичным формованием или шликерным литьем. В зависимости от метода порообразования величина открытой пористости может составлять 30-95 %, а размер пор 1-10 мкм при достаточно узком распределении пор по размеру.

Целью данной работы является изучение методов получения трубчатых полупроницаемых корундовых мембран; исследование параметров технологии пористых мембран – составы композиций, гранулометрический состав, параметры формования, режимы сушки и обжига; получение мембран и исследование их свойств.

Найден состав шликера с использованием корунда F600 и технология, по которой можно получать трубчатые мембраны длиной до 180 мм, открытой пористостью более 45% и размером пор менее 1 мкм. В данной работе на основании предположения, что при смешении порошков разных фракций можно добиться увеличения содержания корунда в матрице и снижения количества спекающей добавки, проведен расчет необходимого соотношения фракций корунда F600 и F1000, обеспечивающего максимальную плотность упаковки.

МОДИФИКАЦИЯ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5 ЭЛЕКТРОННО-ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Мельков А.Е.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
Иванов Ю.Ф.

E-mail: melkov_alexey@mail.ru

Внедрение автоматизированных систем обработки материалов предъявляет к режущему инструменту и методам повышения его надежности весьма высокие требования. Наиболее широкое распространение в настоящее время получил способ упрочнения режущего инструмента путем нанесения на его поверхность защитных, упрочняющих и износостойких покрытий из материалов, имеющих более высокие физико-механические и триботехнические свойства по сравнению с основным материалом при заданных условиях эксплуатации изделия. Очевидно, что повышение твердости и износостойкости поверхностного слоя приведет к существенной экономической выгоде за счет увеличения срока службы режущего инструмента.

Цель исследования – выявление закономерностей модификации структуры и свойств поверхностного слоя быстрорежущей стали Р6М5.

В ходе выполнения работы исследованы два способа модификации структуры и свойств стали. Во-первых, модификация путем формирования поверхностного сплава при плавлении системы пленка (титан) / подложка (Р6М5) импульсным электронным пучком с плотностью энергии (15 и 20) Дж/см². Во-вторых, путем высокоскоростной закалки (~10⁶ К/с) поверхностного слоя стали при обработке электронным пучком с плотностью энергии (8...25) Дж/см².

В результате выполненных исследований установлено, что напыление титана привело к увеличению твердости с 8490 МПа до 9010 МПа. После обработки электронным пучком твердость поверхностного слоя образцов стали изменялась по кривой с минимумом. Минимальные значения твердости модифицированного слоя составляли 5450 МПа (12 Дж/см²). Показано, что основной причиной снижения прочностных характеристик поверхностного слоя стали является стабилизация низкотемпературной модификации железа (α -фаза) (первый метод) или высокотемпературной модификации (γ -фаза, аустенит) (второй метод), являющихся сравнительно низкопрочными фазами.

Развитие работы: планируется исследовать возможность напыления на поверхность стали нитрида титана, обладающего высокой твердостью (~28,0 ГПа) и износостойкостью. Для повышения сил адгезии предполагается вплавлять покрытие в подложку высокоинтенсивным импульсным электронным пучком.

РАЗРАБОТКА ИНГИБИТОРОВ КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИОКСАЛЯ И ТИОМОЧЕВИНЫ

Никулина А. Е.

Научный руководитель: к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета

Мальков В.С.

E-mail: Anya_5N@mail.ru

Коррозия металлов и сплавов наносит серьезный ущерб, как промышленному оборудованию, так и окружающей среде. Экономичным и эффективным средством снижения коррозии является применение ингибиторов.

В настоящее время разработано большое количество соединений различной природы, обладающих ингибирующим действием. Однако усложняющиеся условия производственных процессов требуют создания новых высокоэффективных ингибиторов [Иванов Е.С. Ингибиторы коррозии металлов в кислых средах, М.: Металлургия, 1986. –175 стр.].

Особую группу таких соединений составляют полифункциональные органические ингибиторы, среди которых наиболее известна тиомочевина. При малых концентрациях (0,05% мас.) степень её защиты составляет 72%, однако, тиомочевина в кислых средах частично распадается с выделением сероводорода, который стимулирует кислотную коррозию стали. [Решетников С. М. Ингибиторы кислотной коррозии металлов, 1986].

Для решения данной проблемы было предложено использовать устойчивое в кислой среде циклическое производное тиомочевины и глиоксаля – 4,5-дигидроксиимидазолидин-2-тион (ДГИТ). Стабильность вещества обеспечивается за счет связывания исходных соединений в прочный гетероцикл.

Был оптимизирован синтез ДГИТ [Нелюбина Ю. В. Синтез, строение и распределение электронной плотности в кристалле 4,5-дигидроксиимидазолидин-2-тионов, // ИАН. Серия химическая. – 2009. - № 7. – С. 1315-1322]. Идентификацию полученного соединения проводили по точке плавления и методом ИК – спектроскопии НПВО. Чистота продукта составляет 98 % по данным элементного анализа [Revelskii I. A., Journal of analytical chemistry. – 2009. - № 64. – P. 926 – 929].

Для оценки ингибирующих свойств ДГИТ применяли гравиметрический и объемный методы [Розенфельд И. Л. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов, М.: Металлургия, 1966. – 348 стр.]. Результаты гравиметрических испытаний показали, что максимальная степень защиты стали составляет 93% при концентрации ДГИТ в растворе 0,5% масс. Вид кинетических кривых полученных объемным методом говорит об устойчивости ДГИТ в кислой среде, без образования сероводорода, стимулирующего скорость коррозии.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНО- МИКРОВОЛНОВОГО СИНТЕЗА НА СВОЙСТВА ОКСИДА ОЛОВА(II)

Пичугина А.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры неорганической химии
Томского государственного университета Кузнецова С.А.

E-mail: alina.com9@mail.ru

Известно много физических и химических методов получения SnO, таких как термическое разложение солей, золь-гель метод, сольвотермический синтез. Однако их реализация требует сложного оборудования, длительного времени и является энергозатратной. Избежать перечисленных недостатков позволяет гидротермально-микроволновой (ГТМВ) метод. Значительная экономия энергии при его использовании достигается за счет увеличения скорости нагрева системы и скорости протекания процессов.

Цель данной работы заключалась в установлении взаимосвязи между временем ГТМВ синтеза, морфологией поверхности и фотокаталитической активностью SnO.

Согласно результатам количественного микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализов образцы, полученные в течение 5 (№ 1) и 7 минут (№ 2) ГТМВ обработкой суспензии, при скорости роста давления в автоклаве 3,3 кПа/с, представляют собой однофазный продукт SnO тетрагональной структуры, с параметрами решетки $a = b = 3,804$ нм; $c = 4,837$ нм и $a = b = 3,807$ нм; $c = 4,842$ нм соответственно. В образце № 1 преобладают частицы с размером 5–6 мкм, а в образце № 2 – 10–20 мкм. Значения величины площади удельной поверхности для обоих образцов составляют $2 \text{ м}^2/\text{г}$, со средним размером пор 23 нм.

Исследование сорбционных, фотокаталитических свойств вышеуказанных порошков SnO в реакции разложения MO указывает на то, что несмотря на низкое значение площади удельной поверхности, более высокой сорбционной и фотокаталитической способностью характеризуется образец № 1. После часовой выдержки в темноте этого образца SnO в растворе MO, на поверхности оксида сорбируется 50 % красителя. УФ-обработка в течение 1 часа приводит к деструкции MO на 95 %.

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы: увеличение времени ГТМВ обработки суспензии приводит к росту размера кристаллитов и соответственно агломератов порошкообразного SnO; сорбционная и фотокаталитическая активность SnO зависит от размера и объема пор.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Подгорная О.Д.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры
технической физики Томского политехнического университета

Каренгин А.Г.

E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

Одной из основных проблем ядерной энергетики является обращение с отходами, образующимися в результате переработки отработавшего ядерного топлива. Существующие технологии многостадийны и энергозатратны, поэтому представляет интерес исследование процесса плазменной переработки данных отходов.

В данной работе проведено моделирование процессов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ. В результате расчётов определены для практической реализации оптимальные составы горючих водно-органических композиций на основе ОП ОЯТ и режимы их плазменной утилизации. На основании результатов, полученных при моделировании, проведены экспериментальные исследования процесса плазменной утилизации водно-органических композиций на основе модельных ОП ОЯТ. Получены водные суспензии порошков простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа. Показана возможность применения магнитных сепараторов для эффективного извлечения и концентрирования твердых продуктов плазменной утилизации ОП ОЯТ после «мокрой» очистки отходящих из плазменного реактора газов.

Впервые показано, что применение прямой плазменной утилизации слабоконцентрированных ОП ОЯТ в воздушной неравновесной плазме высокочастотного факельного разряда в виде оптимальных по составу диспергированных водно-органических композиций позволяет исключить стадию выпаривания, существенно снизить удельные энергозатраты на процесс, а также применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения твёрдых дисперсных продуктов плазменной утилизации ОП ОЯТ в виде порошков простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа. Данная технология позволит обеспечить их безопасное хранение и последующее использование образующихся со временем ценных и благородных металлов. Результаты проведённых исследований могут быть использованы для создания оборудования и технологии плазменной утилизации ОП ОЯТ и других ЖРО.

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАГНЕЗИАЛЬНОГО ЦЕМЕНТА

Постникова А.Н.

Научный руководитель: доцент кафедры общей химической технологии Томского политехнического университета Эрдман С.В.

E-mail: Postni.anna.kova@gmail.com

В современном строительстве существует повышенная необходимость в новых материалах, соединивших в себе достоинства натуральных природных стройматериалов с современными требованиями к качеству. В связи с расширением жилищного строительства, возрастанием требований к архитектурно-художественному виду зданий расширяется спрос на декоративные отделочные материалы.

Следует отметить, что природные отделочные материалы дефицитны и дорогостоящи. В связи с этим ведется поиск новых видов искусственных отделочных материалов, приближающихся по своим прочностным, декоративным свойствам и художественной выразительности к лучшим видам природных отделочных материалов.

С другой стороны стоит проблема использования природных силикатов магния, запасы которых многочисленны. Основная часть магний содержащего сырья накапливается в хвостохранилищах, на территориях заводов, перерабатывающих магнезиальные породы. Поэтому использование магнезиальных вяжущих веществ, позволяющих получать изделия с уникальными для строительных материалов свойствами, приобретает актуальность и востребованность в современных условиях.

Разработка составов и технологии водостойких композиционных магнезиальных вяжущих на основе силикатов магния способствует решению проблемы получения качественных вяжущих и расширению номенклатуры строительных материалов, и вместе с этим улучшению экологической обстановки в регионах Российской Федерации.

Для оценки пригодности группы магнезиальных силикатов в технологии магнезиальных вяжущих была исследована гидравлическая активность. По гидравлической активности выбранные силикаты соответствуют величинам одного порядка, их можно отнести к активным, а численные значения гидравлической активности могут выполнять роль информативного параметра и служить физико-химическими критериями оценки пригодности силикатного сырья в технологии вяжущих.

КИНЕТИКА РЕАКЦИИ АНИЛИНА С НИТРОБЕНЗОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДОВ ТЕТРААЛКИЛАММОНИЯ

Смирнова Н.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Томского политехнического университета Бочкарев В.В.

E-mail: natasm2011@mail.ru

Реакция конденсации анилина с нитробензолом в обычных условиях не протекает, поэтому исследование данной реакции сводится в основном к поиску каталитического комплекса, способного эффективно катализировать эту реакцию. Согласно патентным данным, четвертичные аммонийные основания являются наиболее активными катализаторами данного процесса [1]. Реакция конденсации анилина с нитробензолом является новым примером нуклеофильного ароматического замещения водорода. Продукты конденсации анилина и нитробензола: 4-нитродифениламин и 4-нитрозодифениламин являются промежуточными продуктами для получения 4-аминодифениламина – исходного вещества для получения различных стабилизаторов полимерных материалов.

Целью данной работы было исследование кинетических закономерностей реакции конденсации анилина с нитробензолом в присутствии четвертичных аммонийных оснований.

Спектры поглощения продуктов реакции имеют полосы поглощения в длинноволновой области спектра. Для 4-нитрозоДФА в нейтральной среде характерна полоса поглощения с максимумом 440 нм. В щелочной среде интенсивность полосы поглощения при 440 нм уменьшается и появляется новая полоса с максимумом 370 нм. Для 4-нитроДФА в нейтральной среде характерна полоса поглощения с максимумом 410 нм. При увеличении рН раствора интенсивность полосы поглощения при 410 нм уменьшается, причем происходит значительное уширение полосы поглощения.

Проведены кинетические исследования процесса конденсации анилина с нитробензолом в щелочной среде в присутствии четвертичных аммонийных оснований в условиях варьирования количеств гидроксида натрия, анилина и катализатора по отношению к нитробензолу.

Зависимости наблюдаемой константы скорости от концентраций щелочи, анилина и катализатора имеют нелинейный характер, что свидетельствует о сложном механизме протекания реакции конденсации. Увеличение концентраций анилина, щелочи и катализатора приводит к увеличению значений наблюдаемой константы скорости и при высоких значениях концентраций веществ достигается предельное значение $k_{\text{набл}} - 0,350 \text{ ч}^{-1}, 0,366 \text{ ч}^{-1}, 0,381 \text{ ч}^{-1}$ соответственно.

1. Бочкарев В.В., Сорока Л.С., Чайкина А.А. Известия Томского политехнического университета. – 2010. - № 3. - С. 146-152.

ЭЛЕКТРОЛИЗ ТИТАНА ВО ФТОРИДНЫХ РАСПЛАВАХ

Сорокина Е.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов Томского политехнического университета Карелин В.А.

E-mail: sorokina_katya92@mail.ru

В настоящее время основная масса титановых концентратов перерабатывается методом хлорирования и сернокислым способом. Переработка ильменитовых концентратов сернокислым способом требует большого расхода серной кислоты, сопровождается образованием трудно утилизируемых и весьма агрессивных отходов железного купороса и гидролизной серной кислоты. Также не рационально использование для их переработки и хлорного метода, в связи с расходом большого количества хлора и образованием $FeCl_3$, идущего в отходы, которые трудно утилизировать. Оба способа переработки ильменитового концентрата характеризуются большим расходом реагентов, низкой эффективностью использования оборудования, высокой энергоемкостью, порождают экологические проблемы. В скором времени ожидается прорыв в технологии получения Ti, который позволит уменьшить его рыночную стоимость.

Kroll-процесс обладает рядом недостатков, главные из которых: образование значительного количества хлоридных отходов (до 200 кг на 1 т $TiCl_4$); потери титана и кокса (в виде исходной шихты) с отработанным расплавом и пылеуносом (до 6%); хлорид водорода, образующийся из-за отсутствия предварительной термической обработки нефтяного кокса вызывает повышенную коррозию аппаратуры; малый срок службы хлоратора (1,5-2 года).

В данной работе предложен новый фторидный способ синтеза высокочистого титанового порошка из его тетрафторида в расплаве низкоплавкой эвтектики фторидных солей щелочных металлов: смеси фторидных солей LiF-KF-NaF в соотношении 0,5M LiF – 0,39M KF – 0,11M NaF, имеющая температуру плавления 472 °C и наибольшую электропроводность в сравнении с эвтектиками на основе хлоридных солей. Безводная фторидная технология переработки такого сырья осуществляется в полностью коррозионностойкой, герметичной аппаратуре, почти не приводит к выбросу разного вида отходов, поэтому является экологически чистой. Длительный ресурс работы технологического оборудования без капитального ремонта в течение не менее 10 лет, высокая производительность труда, полное использование фторирующего реагента с рециркуляцией фтора при электролитической переработке тетрафторида титана обеспечивают технико-экономические преимущества предлагаемой технологии.

БИТУМНО-СМОЛЯНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДИРОВАННОЙ НЕФТЕПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ ШИРОКОЙ ФРАКЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ C₅₋₉

Старцева К.С.

Научный руководитель: к.х.н., доцент кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета Бондалетова Л.И.

E-mail: star.xeniya@yandex.ru

В настоящее время одним из перспективных направлений утилизации побочных продуктов нефтехимических производств является разработка и внедрение новых видов нефтеполимерных смол (НПС), и прежде всего, модифицированных.

Одним из методов модификации смол является эпоксидирование. Чаще всего нефтеполимерные смолы используются как компоненты лакокрасочных покрытий, а также как адгезионные агенты в клеях или качестве основы в клеях-расплавах, а также для улучшения свойств битумов и т.д. [1].

Нефтяные битумы имеют низкую температуру размягчения и низкие физико-механические показатели. Для повышения реологических и физико-химических характеристик битумов в их состав вводят различные виды полимеров, синтетические каучуки, резиновую крошку [2].

Целью данной работы является исследование композиций на основе битума марки БН-70/30 ГОСТ 6617-76, отвердителя и эпоксидированных нефтеполимерных смол на основе НПС, полученных в ходе полимеризации широкой фракции углеводородов C₅₋₉.

Композиции получали смешением растворов битума и ЭНПС с добавлением отвердителя – малеинового ангидрида. Полученные композиции наносили на металлические подложки и отверждали при температуре 150 °С в вакуум-сушильном шкафу.

В данной работе были проведены следующие зависимости: исследование времени отверждения от твердости композиции, влияние содержания ЭНПС в композиции на свойства покрытия и влияние количества малеинового ангидрида на процесс отверждения.

Таким образом, полученные композиции в сравнении с битумом имеют более высокие показатели: твердость, стойкость к кислоте, температура размягчения, прочность при ударе.

Список литературы:

1. Гринишин В., Братичак М., Криницкий В., Дончак В. Petroleum resins for bitumens modification//Chemistry&Chemical Tehnology. – 2008. - №1. – С. 48 – 53.
2. Федоров В.В., Сыроежко А.М., Бегак О.Ю. и др. Модифицированные дорожные битумы на основе нефтяного гудрона и нефтеполимерных смол//Журнал прикладной химии. – 2002. Т. 75. – № 6. – С. 1027 – 1031.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА БАЗЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Тимофеева А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры химии и химической технологии Новосибирского государственного технического университета Баннов А.Г.

E-mail: timofeeva_anastasia@mail.ru

Разработки в области энергетики, делающие более энергоэффективными способы добычи и сохранения энергии и топлива, ведутся бесконечно. Одним из новейших направлений является создание источников напряжения, которые обладают высокой электрической емкостью и высокой скоростью накопления заряда при отсутствии внешнего питания. Перспективными устройствами, обладающими высоким потенциалом в данном направлении являются суперконденсаторы.

Экологически чистые тяговые и импульсные батареи суперконденсаторов представляют собой быстроперезаряжаемые источники тока с длительным циклическим ресурсом. В суперконденсаторах достигается меньшее время зарядки по сравнению с аккумуляторными батареями. Данные устройства предназначены для электропитания разнообразных потребителей малой и средней мощности, к которым предъявляются жесткие требования по экологической чистоте, циклическому ресурсу и готовности к работе.

В данной работе материалом для создания суперконденсаторов служит терморасширенный графит (ТРГ), который был получен из оксида графита. Благодаря высоким текстурным характеристикам, в сочетании с повышенной электропроводностью ТРГ идеально подходит для использования в качестве электродных материалов суперконденсаторов.

Прекурсором для синтеза данного материала служит оксид графита, полученный воздействием сильных окислителей на графит. В ходе работы, образцы терморасширенного графита исследовались с помощью энергодисперсионной спектроскопии, растровой электронной микроскопии, низкотемпературной адсорбции азота и вольтамперометрии. Наибольшие показания удельной емкости суперконденсаторов на основе ТРГ составили 129 Ф/г (при скорости развертки 2 мВ/с), что сравнимо с наилучшими результатами, достигнутыми другими учеными в этом направлении.

Дальнейшие исследования позволят получить высокоэффективные альтернативные источники напряжения, обладающие высоким зарядом, высокой скоростью зарядки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА БАЗЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Тихонина К.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры химии и химической технологии Новосибирского государственного технического университета Баннов А.Г.

E-mail: ktobik@yandex.ru

Эпоксидные композиты получили широкое распространение в современной жизни благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам:

- высокая адгезия;
- незначительная усадка при отверждении (5%);
- высокая механическая прочность;
- высокая химическая стойкость и водостойкость;
- высокие диэлектрические свойства.

Особенно высокие характеристики имеют наполненные композиции, в состав которых входят такие вещества, как, например, углеродные нановолокна, нанотрубки, луковичный углерод, терморасширенный графит (ТРГ) и другие.

Применение терморасширенного графита в качестве наполнителей эпоксидных композитов является перспективным, так как он имеет достаточно низкую среди углеродных наноматериалов цену, обладает высокой электропроводностью в сочетании с высокими текстурными характеристиками.

Цель данной работы заключалась в использовании терморасширенного графита в качестве наполнителя для эпоксидных композитов, исследовании электрофизических свойств полученного материала на базе ТРГ в области частот 10 Гц – 1 МГц, его термической стабильности.

ТРГ является высококачественным материалом с высокой степенью графитации, проводимость композитов на его базе варьируется в диапазоне 10^{-4} - 10^{-9} См/м, что может быть использовано в области защиты от электромагнитного излучения и для получения антиэлектростатических покрытий.

В заключении стоит отметить, что ТРГ является перспективным материалом для использования в качестве наполнителя эпоксидных композитов. Дальнейшие исследования позволят установить оптимальные параметры получения композитов на базе ТРГ, а модификация методики приготовления композита позволят улучшить свойства материала.

ПЛАЗМЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Тургали Б.К.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры технической физики
Томского политехнического университета Каренгин А.Г.

E-mail: slonbekki@mail.ru

На Шубаркольском угольном месторождении, расположенном в Карагандинской области Республики Казахстан, ежегодная добыча угля достигает 6 млн.т., а разведанные запасы составляют более 1,5 млрд. т. В процессе обогащения на тонну угля образуется 0,15÷0,35 т угольных отходов (УГО), которые содержат целый ряд ценных металлов: Се - 15,4г/т., La - 5,3г/т., Sc - 2,8г/т., Cs - 1,45г/т., Hf - 0,73г/т., Rb - 4,8г/т. [1].

Эффективная переработка таких отходов может быть достигнута в условиях низкотемпературной плазмы в виде оптимальных по составу горючих водно-органических композиций, имеющих адиабатической температурой горения $T_{ад} \geq 1200$ °С [2]. На рисунке 1 показано влияние содержания УГО на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций различного состава.

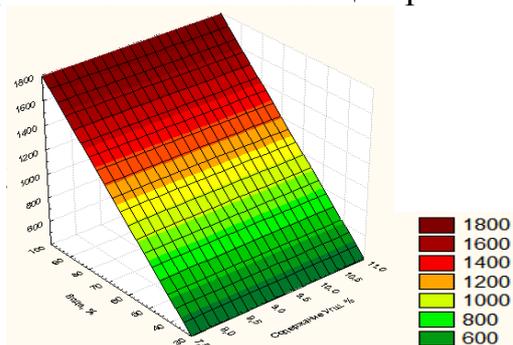


Рис. 1 Влияние содержания УГО на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций

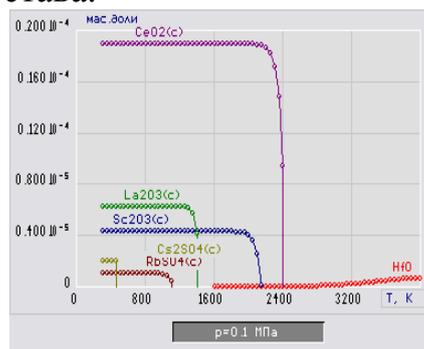


Рис. 2 Равновесный состав конденсированных ценных продуктов плазменной переработки УГО в воздушной плазме

На рисунке 2 представлен характерный равновесный состав конденсированных ценных продуктов плазменной утилизации оптимальной по составу водно-органической композиции в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 74%.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке эффективной технологии плазменной переработки угольных отходов с целью извлечения ценных металлов [2].

Список литературы:

1. С.И.Арбузов, В.В. Ершов, А.А. Поцелуев, Л.П. Рихванов. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. – Кемерово, 1999. – 248.
2. Моссэ А. Б., Савченко Г. Э., Власов В. А., Каренгин А. Г., Каренгин А. А., Левашов А. С. Плазменная установка для переработки отходов: Варианты исполнения и технологического использования // Инженерно-физический журнал. - 2013 - Т. 86 - №. 3. - С. 611-619.

ПОЛИМЕРБИТУМНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДИРОВАННЫХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

Устименко Ю.П.

Научный руководитель: инженер кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета Славгородская О.И.

E-mail: juliya08-11@mail.ru

Нефтяные битумы благодаря своим свойствам весьма востребованы в разных отраслях промышленности. Для получения высококачественных битумных материалов в настоящее время необходимо использовать новые полифункциональные модификаторы. Использование в качестве добавок функционализированных нефтеполимерных смол (НПС) позволяет не только получить качественный гидроизоляционный материал с заданными свойствами, но и эффективно использовать крупнотоннажные побочные продукты нефтехимии.

Целью данной работы является разработка ресурсоэффективной технологии создания современного битумного материала для получения антикоррозионных и гидроизоляционных покрытий на его основе.

ПБК готовили по «холодной» технологии, смешивая в расчетных соотношениях 50 %-е растворы нефтяного битума и нефтеполимерной смолы в смесевом растворителе, содержащем ксилол и бутанол в соотношении 85:15 (мас.). Количество вводимого модификатора (ЭНПС) – от 2,5 до 15 %, количество отвердителя варьировалось от 2,5 до 12,5 % от массы ЭНПС. Смешение проводилось следующим образом: на первом этапе раствор битума смешивали с расплавом УП-607, затем к ним добавляли раствор ТБТ, на втором этапе добавляли раствор смолы. Данная технология позволяет исключить неконтролируемое взаимодействие битума, смолы и отвердителя. Приготовленную композицию наносили на алюминиевую подложку с помощью аппликатора и сушили в вакуумном сушильном шкафу при 150°C в течение 180 минут. Толщина полученных покрытий составила 10...20 мкм.

У полученных покрытий по стандартным методикам были исследованы эксплуатационные характеристики, такие как прочность при ударе, адгезия, температура размягчения и водопоглощение.

Литература:

1. О.И. Славгородская, Вестник КТУ, 2012, 15, 21; 2. Slavgorodskaya O.I. //7th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2012): Proceedings: in 2 vol., Tomsk, September 18-21, 2012. - Tomsk: TPU Press, 2012 - Vol. 1 - p. 96-99.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Федорова О.Ю.

Научные руководители: к.х.н., доцент Томского политехнического
университета Волгина Т.Н.;

к.х.н., старший преподаватель Томского политехнического
университета Мананкова А.А.

E-mail: ksy.9308@mail.ru

Побочными продуктами этилен-пропиленовых производств являются так называемые «жидкие продукты пиролиза», которые представляют собой смесь насыщенных и ненасыщенных углеводородов C_5-C_{14} . Эти продукты долгое время не находили рационального применения и являлись обременительными отходами.

Одним из наиболее квалифицированных и наименее затратных направлений является использование их с целью получения нефтеполимерных смол (НПС), которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности в качестве заменителей дорогостоящих и дефицитных продуктов природного и синтетического происхождения, например для получения синтетических олиф, масляно-смоляных лаков, алкидных смол, а также в качестве добавок в различные лакокрасочные композиции.

Настоящая работа была направлена на разработку технологии получения НПС на основе дициклопентадиеновой фракции жидких продуктов пиролиза. За основу были взяты результаты лабораторных исследований [Федорова О. Ю., Бокова Е. В., Мананкова А. А., Волгина Т. Н., Ползуновский вестник, 2013, 1, 13–16], которые проводились в течение последних трех лет [Федорова О. Ю., Бокова Е. В., Волгина Т. Н., Мананкова А. А., Фундаментальные исследования, 2013, 8–3, 756–759].

Основные этапы получения дициклопентадиеновых НПС:

1. Подготовка сырья дистилляцией с целью удаления смолистых соединений, продуктов окисления и стабилизаторов.
2. Каталитическая полимеризация при 60 °С в течение часа.
3. Дезактивация реакционной массы оксидом пропилена.
4. Сушка до полного удаления растворителя.
5. Окислительная модификация под действием окислительной системы, образующейся при пропускании электрического тока через водные растворы серной кислоты.
6. Переосаждение.
7. Сушка до полного удаления растворителя.
8. Отгрузка на склад.

Таким образом, использование жидких продуктов пиролиза в качестве сырья нефтехимии позволит повысить рентабельность и безотходность этилен-пропиленовых производств.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ CVD-ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК КОБАЛЬТА

Хайруллин Р.Р.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., заведующий лабораторией Института физики прочности и материаловедения СО РАН Панин А.В.

E-mail: hairullin@list.ru

Тонкие пленки кобальта являются предметом интенсивных научных исследований в связи с возможностью их практического применения в устройствах различных датчиков. В настоящее время среди множества методов получения металлических пленок выделяется метод химического осаждения из газовой фазы (CVD). Данный метод является перспективным для производства, так как позволяет получать пленки с высокой однородностью толщины и состава, высокими скоростями осаждения и возможностью нанесения на изделия сложной формы. Свойства пленок, получаемых методом CVD, существенно зависят от параметров осаждения, причем характер данной зависимости во многом определяется типом предшественника. В Институте неорганической химии города Новосибирска был синтезирован новый предшественник – дииминат кобальта ($\text{Co}(\text{N}'\text{acN}'\text{ac})_2$), обладающий рядом преимуществ: отсутствием кислорода, высокой летучестью, стабильностью, чистотой разложения и высоким практическим выходом.

Поэтому в данной работе представлены результаты влияния параметров осаждения (температуры подложки и температуры испарителя) на структурные параметры (размер областей когерентного рассеяния, величину микронапряжений), фазовый и элементный состав, морфологию поверхности пленок Co, полученных методом CVD из $\text{Co}(\text{N}'\text{acN}'\text{ac})_2$. Кроме того, выявлена взаимосвязь между элементным составом, структурой и магнитными характеристиками пленок Co.

В результате проведенных исследований установлено, что увеличение температуры подложки в процессе CVD-осаждения пленок Co приводит к снижению содержания кобальта, уменьшению размеров областей когерентного рассеяния и величины микронапряжений, а также способствует исчезновению зеренной структуры. С ростом температуры испарителя степень влияния температуры подложки на структурные параметры пленок Co снижается. Значения остаточной намагниченности и намагниченности насыщения возрастают с увеличением содержания кобальта, а увеличение степени текстурированности в пленках Co способствует росту коэрцитивной силы.

ДИНАМИКА ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОД В РЕКЕ САВАЛЕ НА ПОГРАНИЧНОМ СТВОРЕ ТАМБОВСКОЙ И ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТЕЙ В СЕЛЕ РУСАНОВО

Чернова М.А.

Научный руководитель: к.г.н., доцент кафедры экологии и БЖД Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина

Буковский М.Е.

E-mail: chernovamarusya@mail.ru

Вода является одним из самых ценных соединений на Земле.

Для каждой формы использования применяются свои стандарты качества. Таксировка по показателю ИЗВ позволяет провести сравнение качества вод различных водных объектов между собой, выявить тенденцию изменения качества вод по годам.

Гидрохимический ИЗВ является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по лимитированному числу индивидуальных ингредиентов [Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям [Текст]. – М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988].

В ходе работы был проведён анализ динамики изменения ИЗВ в реке Савале. Створ располагается на границе Тамбовской и Воронежской областей в селе Русаново. В основу наших исследований положены данные отдела водных ресурсов по Тамбовской области Донского бассейнового водного управления.

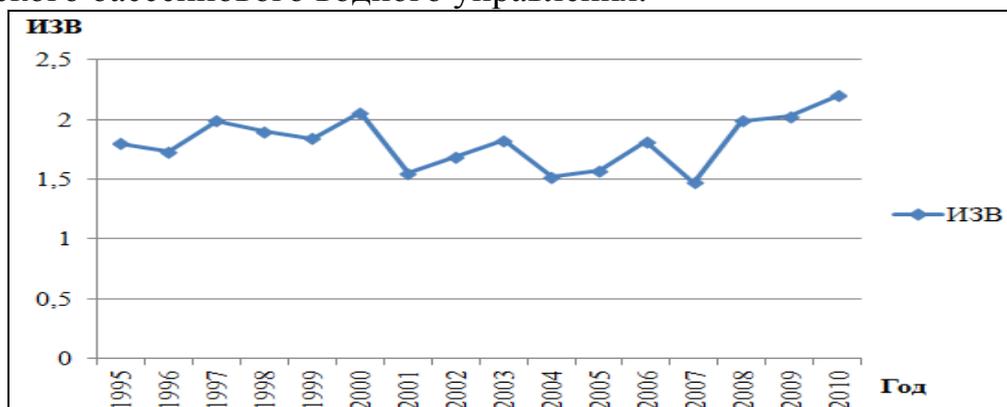


Рисунок 1 - Динамика среднегодовых ИЗВ в реке Савале

Основываясь на полученных результатах, можно отметить, что максимально негативное влияние на реку оказывалось в период с 1997 г. по 2000 г. включительно. В дальнейшем воздействие было значительно слабее. Но с 2008 г. по 2010 г. вновь показатели ИЗВ приобретали большие значения. Максимальное значение на створе отмечено в 2010 г., минимальное – в 2007 г. Качество воды на реке Савале соответствует III классу качества – умеренно загрязнённая.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРЕГАТОВ НТП ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТНОГО РАСПЛАВА НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Шеховцов В.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры прикладной механики и материаловедения Томского государственного архитектурно-строительного университета Волокитин О.Г.

E-mail: shehovcov2010@yandex.ru

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области образования, хранения и утилизации золошлаковых отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов и значительному экономическому ущербу. В связи с этим вопросы разработки высокоэффективных теплоизоляционных материалов с использованием золошлакового техногенного сырья являются актуальными и входят в число природоохранных мероприятий.

За время исследований была разработана плазменная установка для получения тугоплавкого силикатного расплава [Патент 2503628 Российская Федерация от 22.06.2012. Плазменная установка для получения тугоплавкого силикатного расплава / Волокитин О.Г. Тимонов Е.В., Волокитин Г.Г., Никифоров А.А., Чибирков В.К.], которая может быть использована в производстве минерального волокна]. Установка содержит плазмотрон, снизу которого установлена плавильная печь круглого сечения. В корпусе плавильной печи выполнен водоохлаждающий канал. В верхней боковой части плавильной печи закреплен сливной желоб для выхода расплава. На дне плавильной печи вмонтирован графитовый анод. На противоположной сливному желобу боковой поверхности корпуса плавильной печи закреплено устройство для подачи порошкообразного сырья. Устройство для подачи порошкообразного сырья выполнено в виде шнекового питателя. Кроме того, такого рода подача сырья позволяет исключить потерю мелкодисперсных частиц, выдуваемых потоком низкотемпературной плазмы. Все это позволяет поддерживать однородность и низкую вязкость расплава по всему объему печи. На последней стадии, при охлаждении и твердении расплава происходит повышение вязкости и как результат – формирование стекловидного материала за счет наличия в составе исходного материала значительного количества SiO_2 .

Полученные результаты свидетельствуют, что ряд специфических свойств этих материалов дает возможность широко применять их в различных областях стройиндустрии. К тому же эти отходы являются вторичным ресурсом, а значит, их переработка значительно уменьшает себестоимость готовой продукции. Использование такого рода сырья позволит получать минеральное волокно с повышенными физико-химическими и физико-механическими свойствами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дубровин А.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Тамбовского государственного
технического университета Кузнецова Н.В.

E-mail: dubrovinalescha@yandex.ru

В настоящее время в связи с возрастающим объемом производства металлургических предприятий образуется большое количество отходов. Наиболее рациональным направлением утилизации этих отходов является их использование как сырья при производстве различного вида продукции, в частности, в индустрии строительных материалов. Предлагается в качестве вяжущего использовать измельченные отходы металлургического производства – гранулированный доменный шлак. Применялись следующие составы смесей: цемент, песок (вяжущее/заполнитель – 1/3), шлак (10, 20, 30 % от массы цемента), вода (В/Ц=0,4), суперпластификатор (0...0,2 % от массы цемента). Рассматривались два способа измельчения компонентов: измельчение в вибровращательной шаровой мельнице гранулированного доменного шлака, совместное измельчение смеси вяжущего и шлака.

Для каждого состава смеси и способа измельчения изготавливались по 3 образца в виде балочек 4x4x16 см. [ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии]. Результаты экспериментального определения прочности на сжатие показывают, что при 30%-ой замене вяжущего шлаком не наблюдается снижения прочности, как в образцах с пластификатором, так и без него. Некоторое снижение прочности в образцах с суперпластификатором (на 12 %) можно объяснить недостаточным количеством его добавки для получения равноподвижной смеси с содержанием мелкодисперсного шлака.

Полученные данные позволяют определить область использования композиционных строительных материалов: перегородочные блоки (класс В2), сухие строительные смеси, штукатурные растворы. Экономия вяжущего при изготовлении композиционных строительных материалов составляет на 1 м³ 470 кг, что составляет 2 – 2,5 тыс. руб.

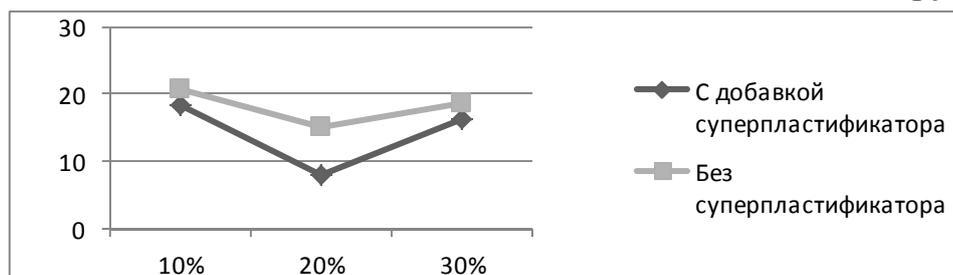


Рисунок 1 - Прочность на сжатие, кН, образцов с частичной заменой вяжущего на измельченный гранулированный доменный шлак.

ДИНАМИКА ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОД В РЕКЕ БИТЮГ НА ПОГРАНИЧНОМ СТВОРЕ С ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТЬЮ У СЕЛА Б. САМОВЕЦ

Суровикина И.В.

Научный руководитель: к.г.н., доцент кафедры экологии Тамбовского государственного университета Буковский М.Е.

E-mail: irina_surovikina@mail.ru

Вода – незаменимый источник жизни на Земле. Загрязнение воды является одной из важных проблем, решение которой стоит перед человечеством. Целью нашей работы стал анализ временной динамики ИЗВ в реке Битюг пгт. Мордово на пограничном створе с Воронежской областью у села Б. Самовец. Объектом исследования является створ на реке Битюг, расположенный на границе с Воронежской областью у села Б. Самовец.

Расчёт индекса загрязнённости вод (ИЗВ) для поверхностных вод проводится только по строго ограниченному количеству ингредиентов. Расчёт ИЗВ для поверхностных вод производится по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i - 6}{\text{ПДК}_i - 6}}{6},$$

где: $\frac{C}{\text{ПДК}}$ - относительная (нормативная) среднегодовая концентрация компонента;

6 – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчёта; ПДК_i – установленная величина норматива по каждому из шести ингредиентов для соответствующего типа водного объекта [Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям [Текст]. – М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988.].

В основу наших исследований положены данные Отдела водных ресурсов по Тамбовской области Донского бассейнового водного управления, при обработке которых за период 1995 – 2010 г. г., нами были получены результаты, отраженные на рисунке 1.



Рисунок 1 - Динамика изменения ИЗВ в реке Битюг пгт. Мордово на пограничном створе с Воронежской областью у села Б. Самовец

Минимальное загрязнение наблюдается в 2007 г., максимальное – в 1995 и 2010 гг. В большинстве случаев по показателям ИЗВ вода соответствует III классу качества.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ РЕЦИКЛИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Баринава О.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Тамбовского государственного
технического университета Кузнецова Н.В.

E-mail: olya.barinova.94@mail.ru

В настоящее время на различных предприятиях образуется около 7 млрд т отходов. Используется же лишь около 2 млрд т, или 28 % от общего объема. Наиболее рациональным направлением утилизации промышленных отходов является их использование в качестве вторичного сырья для производства новых строительных материалов.

При замене мелкого заполнителя и части вяжущего измельченным шлаком металлургических производств выявлена экономия вяжущего до 30% при обеспечении равной прочности изделий [Баринава, О.С. Энергоэффективность, энергосбережение и экология в городском строительстве и хозяйстве/О.С. Баринава, А.И. Дубровин, Н.В. Кузнецова//Сб. тр. Междунар. научн.-техн. конф./ Пенза: ПГУАС,2013. - С. 102-105.].

Рассмотрим экономический эффект замены природных компонентов техногенными отходами (шлаком) на примере бетонного блока с размерами 390x190x188 мм. Цена такого блока варьируется в пределах 40...43 рублей за штуку. Стоимость блока при изменении содержания шлака от 10 до 30% снижается на 10...30% по отношению к блоку-аналогу без содержания шлака. При 30%-ой замене стоимость блока составляет 30 руб. Отсутствие нестандартных технологических операций при производстве предлагаемых блоков с использованием техногенных отходов на ряду с пониженной стоимостью по сравнению с изделиями-аналогами позволяет найти рынок сбыта данной продукции.

Помимо экономического эффекта внедрения технологии переработки техногенных отходов в производство строительных изделий важным является снижение экологической нагрузки на припромышленные территории городов.

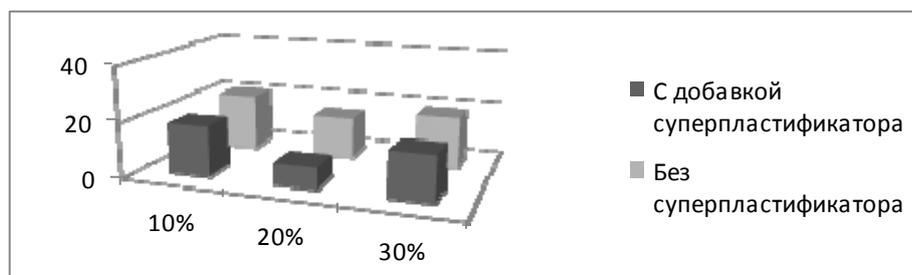


Рисунок 1 - Прочность на сжатие, кН, образцов с частичной заменой вяжущего на измельчённый гранулированный доменный шлак.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Сборник тезисов докладов II Всероссийского конкурса научных докладов студентов «Функциональные материалы: разработка, исследование, применение», г.Томск, г.Тамбов 22-23 мая 2014 г. – Томск: Издательство ТПУ, 2014. – 113 с.

Составители: А.Ю. Годымчук
А.С. Комутова

Подписано к печати 10.06.2014. Формат 60x84/8. Бумага
«Снегурочка».

Печать XEROX. Усл.печ.л. 4,8. Уч.-изд.л. 4,8.

Заказ _____ . Тираж _____ экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета
сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO
9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.