

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ

**Сборник тезисов докладов
III Всероссийского конкурса
научных докладов студентов**

26–27 мая 2015 г.



г.Томск, г.Тамбов

УДК 620.22(063)
ББК 30.3л0
Ф947

Ф947 Функциональные материалы: разработка, исследование, применение: сборник тезисов докладов III Всероссийского конкурса научных докладов студентов, 26-27 мая 2015 г. / Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 132 с.

В сборнике представлены тезисы реферативных, аналитических, научно-исследовательских работ участников 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

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

Годымчук А.Ю., кандидат технических наук, ведущий эксперт
НИТУ «МИСиС»

Косова Н.И., кандидат химических наук, научный сотрудник
Томского государственного университета

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



*Конкурс проводится при поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, грант № 15-38-10115*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2015

© Авторы, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «НАНОМАТЕРИАЛЫ»	3
СЕКЦИЯ 2 «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ».....	45
СЕКЦИЯ 3 «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ»	83
СЕКЦИЯ 4 «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ».....	112

Секция 1 «Наноматериалы»

ИЗМЕНЕНИЕ pH СУСПЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ Ni В РАСТВОРАХ РАЗНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Айрапетян Д.К.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: diankys@mail.ru

Не смотря на потенциал применения нанопорошков никеля и других металлов, в литературе появляется все больше данных об их экотоксичности. Так, наночастицы золота токсичны для водорослей и *Daphnia* [García-Cambero J. P., Chemosphere, 93, 2013], наночастицы оксида меди при УФ-излучении губительно влияют на водные макрофиты *Elodea nuttallii* [Regier N., Chemosphere, 128, 2015].

Целью настоящей работы являлось показать характер изменения pH в суспензиях наночастиц на основе водных растворов разных электролитов разной ионной силы.

В качестве объекта исследования использовали нанопорошок Ni, полученный методом электрического взрыва проволоки в среде аргона, со средним размером частиц 80 нм и удельной поверхностью 6,61 м²/г. Растворы готовили на основе NaCl (ГОСТ 4233-77) и MgCl₂*6H₂O (ГОСТ 4209-67). Из полученного раствора готовили линейку растворов с содержанием солей, соответствующим ионной силе раствора 0,01; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и 1 моль/л.

В работе оценивали кинетику изменения pH водных суспензий наночастиц с помощью метода pH-метрии в суспензиях с помощью pH-метра pH-150M (Гомельский завод измерительных приборов, Россия, точность измерения ± 0,05 ед.pH).

Таблица

Ионная сила I	pH _{20мин}	
	Na ⁺	Mg ²⁺
0,01	7,08	7,31
0,05	6,865	6,95
0,1	7,065	7,345
0,25	7,375	7,11
0,5	7,825	6,69
0,75	8,02	6,585
1	8,395	7,125

Сравнение влияния Na⁺ и Mg²⁺ показало, что чем больше I тем более ярко выражено влияние ионов: в присутствии Na⁺ увеличивается скорость роста pH суспензий, в то время как ионы Mg²⁺ практически не влияют на эти параметры при выбранных условиях эксперимента в растворе.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МЕДИЦИНЕ

Ащепкова А.С.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: asa12@tpu.ru

В последнее десятилетие наиболее популярным типом наноматериалов являются углеродные нанотрубки, которые привлекают внимание представителей различных научных направлений. В связи с этим актуальность моей темы это активное исследование новых свойств и возможностей, углеродных нанотрубок научным сообществом, для дальнейшего применения в медицине.

Цель моей работы: оценить эффективность применения свойств углеродных нанотрубок в медицине.

В ходе анализа материала рассматривались статьи русских и зарубежных авторов, высокоимпактных журналов и баз данных. Согласно проводимому литературному обзору в настоящее время можно выделить четыре основных направления использования нанотрубок, которые активно продвигаются. Это целевая доставка веществ, терапия рака, создание искусственных мускулов и мозговые имплантаты.

Основываясь на свойстве углеродных нанотрубок, согласно которому, можно заполнять нанотрубки различными веществами. В нанотрубку в «запаянном» виде помещают активные атомы или молекулы которые можно безопасно транспортировать. Попав в место назначения, нанотрубки раскрываются с одного конца и выпускают свое содержимое в строго определенных дозах. Исследователи из Баптистского медицинского центра Уэйк-Форест (США) показали, что инъекция мультистенных углеродных нанотрубок в раковые новообразования и последующий их быстрый нагрев в течение 30 секунд лазерным импульсом приводят к уничтожению опухоли. Ученые из Калифорнийского университета создали искусственные мышцы, способные вырабатывать электроэнергию и самовосстанавливаться. В Университете Мичигана созданы мозговые имплантаты, которые более точно могут записывать сигналы от окружающих нейронов у крыс это может привести к более эффективному лечению неврологических нарушений, таких как болезнь Паркинсона и паралич.

Таким образом, углеродные нанотрубки активно внедряются в медицину и имеют большие перспективы в дальнейших исследованиях, но, к сожалению, при их использовании возможно сильнейшее загрязнение окружающей среды и озонового слоя планеты.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Бардова А.Е., Калашников М.П., Сергеев В.П.

Научный руководитель: Федорищева М.В., к.ф.-м.н., старший научный
сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН,
г.Томск

E-mail: budarina_92@mail.ru

По всему миру учеными, конструкторами и технологами широко развернуты исследования по разработке методов и средств тепловой защиты деталей газотурбинных двигателей (ГТД), в первую очередь, лопаток турбин, путем нанесения на их тепловоспринимающую поверхность защитного покрытия (слоя материала) с низким коэффициентом теплопроводности.

В работе исследована керамика на основе стабилизированного иттрием диоксида циркония, она известна своими высокими механическими свойствами, такими как высокое сопротивление износу и высокая ударная вязкость, а также высокими термоциклическими свойствами. Так же циркониевая керамика занимает ведущее место среди огнеупорных конструкционных материалов, поскольку сохраняет высокие механические свойства до температур, составляющих 0,8-0,9 $T_{пл}$, равной 3173 К. Целью выполнения данной работы является исследование фазового состава и структуры многослойных композиционных покрытий на основе систем Si-Al-N / Zr-Y-O с различной толщиной слоев от 150 нм до 5000 нм.

Структурно-фазовое состояние исследовали методом РСА на дифрактометре «ДРОН-7». Методом РСА был определен фазовый состав сплавов, параметры кристаллической решетки. Методом ПЭМ определен качественный фазовый анализ. Методом МРСА исследован элементный состав покрытия на основе Si-Al-N / Zr-Y-O.

Установлено методом ПЭМ, что слои на основе Zr-Y-O в многослойном покрытии Zr-Y-O/Si-Al-N имеют столбчатую структуру, размер столбцов в поперечном сечении достигает 80 нм, высота столбцов около 1000 нм, что в данном случае соответствует толщине нанесенного слоя. Структура всех слоев Zr-Y-O в многослойном покрытии не зависит от положения слоя в покрытии. Кривизна-кручение кристаллической решетки и внутренние упругие напряжения зависят от поперечного размера зерна в слое Zr-Y-O. Чем больше поперечный размер зерна в слое, тем меньше кривизна-кручение кристаллической решетки и внутренние упругие напряжения. Такие зависимости вызваны структурой нанозерен, сформированных при нанесении покрытия.

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КЕРАМИКИ В₄С С ИНТЕНСИВНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Братухина А.С.

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

университета, г.Томск

E-mail: nastenka@sibmail.com

Карбид бора обладает высокими значениями твердости и упругих постоянных; его недостатком является низкая трещиностойкость [Иванов В.В. Российские нанотехнологии, 2006]. Метод модификации структуры различных материалов, основанный на использовании низкоэнергетических интенсивных электронных пучков, позволяет формировать многофазные наноструктурированные поверхностные слои, обладающие повышенной трещиностойкостью.

Цель работы состояла в выявлении и анализе структуры и свойств поверхностного слоя керамики из карбида бора, облученной низкоэнергетическим интенсивным электронным пучком.

Керамические образцы в форме параллелепипеда с размерами 35×4,5×4,5 мм были изготовлены методом SPS на установке Labox-1575 (Sinter Land). Был использован порошок В₄С (средний размер частиц порошка 0,8 мкм) с добавкой 10 мас. % нанопорошка карбида бора. Облучение проводили на установке SOLO (ИСЭ СО РАН) при давлении остаточного газа (аргон) в рабочей камере 10⁻² Па пучком электронов с параметрами: энергия электронов 15 кэВ, плотность энергии пучка электронов 5 Дж/см², длительность импульса 100 мкс, частота следования импульсов 0,3 с⁻¹. Исследование морфологии, фазового и элементного состава керамики до и после облучения электронным пучком осуществляли, используя аналитическое оборудование Наноцентра ТПУ.

Используя травитель Мураками, выявили пористую структуру в спеченной керамике из карбида бора. Поры сконцентрированы в межзеренном пространстве. Облучение спеченной керамики интенсивным импульсным электронным пучком приводит к формированию беспористой поликристаллической структуры. В объеме зерен модифицированного слоя выявлено интенсивное микродвойникование. Вдоль границ зерен обнаружено формирование прослоек с субмикро- и нанокристаллической структурой. Показано, что обработка керамики карбида бора интенсивным импульсным электронным пучком позволяет, не снижая твердости, существенным образом повысить усталостную долговечность поверхностного слоя материала. Причиной повышения усталостной долговечности является формирование в объеме зерен микродвойников и образование вдоль границ зерен прослоек с субмикро- и нанокристаллической структурой.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕОЛИТОВ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Бузимов А.Ю.

Научный руководитель: Кульков С.Н., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией физики наноструктурных функциональных материалов Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск
E-mail: buzimov92@gmail.com

Известно, что керамические материалы являются объектами для интенсивных исследований из-за их уникальных свойств. Возможность синтеза сложных оксидов, таких как «искусственных цеолитов» является перспективным для применений во многих областях промышленности. Особенно важное значение имеет удельная поверхность, которая определяет свойства цеолитов и её изменение при воздействии различных факторов: температура отжига, механическая активация с целью получения новых видов цеолитов с заданными физико-химическими свойствами [Buzimov A., Kulkov S., Eckl W., Pappert S., Studies 3rd International Conference on Competitive Materials and Technology Processes, Igrex Ltd., 2014, P.76].

В качестве материала исследовался синтетический порошок цеолита коммерческой марки SAPO-34. Порошок подвергался механической обработке в барабанной мельнице. Продолжительность механической обработки варьировалось от 1 до 96 часов. Исходный и мехактивированный порошок подвергался отжигу при температуре от 200 до 1000 °С с изотермической выдержкой 1 час.

Структура цеолита SAPO-34 состоит из смеси двух фаз: гидроалюмофосфат и силикоалюмофосфат.

Показано, что длительное механическое воздействие на цеолит приводит к его аморфизации. Степень кристалличности и удельная поверхность с увеличением времени обработки в барабанной мельнице уменьшаются. В течение первых 12 часов механической обработки порошка происходит незначительное изменение удельной поверхности и среднего размера частиц. Дальнейшая активация приводит к наиболее быстрому и резкому уменьшению физико-химических свойств порошка цеолита.

Показано, что удельная поверхность цеолитов SAPO-34 после мехактивации 96 часов при отжиге от 200 до 800 °С не изменяется. При 1000 °С удельная поверхность составила 102 м²/г.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ НАНОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ C-Fe-Co, ПОЛУЧЕННОЙ ПУТЕМ ИК-ОТЖИГА

Васильев А.А.

Научный руководитель: Дзидзигури Э.Л., к.т.н., старший научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва
E-mail: raver.vasiljev@mail.ru

В настоящее время большой интерес уделяется наноматериалам, что обусловлено многообразием и уникальностью вариантов их практического применения. В частности, нанокompозиты системы C-Fe-Co могут быть использованы в качестве катализаторов, магнитных материалов, носителей лекарственных веществ при направленной магнитно-управляемой доставке их в орган-мишень.

Целью научной работы являлось получение наночастиц твердого раствора FeCo, диспергированных в углеродной матрице, с соотношением компонентов 50 : 50 и исследование фазообразования, морфологии, дисперсности и магнитных свойств наночастиц FeCo в зависимости от интенсивности ИК-отжига.

Нанокompозиты системы C-Fe-Co синтезированы методом термического разложения прекурсора под воздействием инфракрасного (ИК) нагрева при температурах 300 – 700 °С. Прекурсор получен путем растворения гидронитратов железа и кобальта в 5 %-ном растворе поливинилового спирта.

В ходе работы по результатам элементного анализа, проведенного с помощью рентгенофлуоресцентного анализа, показал, что образцы близки к элементному составу Fe:Co = 50:50. Методом рентгеновской дифрактометрии установлено, что твердый раствор FeCo формируется, начиная с 400°С. Металлическая фаза образцов, полученных при 600 и 700°С, состоит только из твердого раствора FeCo. По микрофотографиям, полученным методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии, определено, что наночастицы FeCo имеют форму, близкую к сферической, средний размер 7 – 12 нм и равномерно распределены в углеродной матрице. Методом магнитной анизотропии установлено, что намагниченность насыщения и коэрцитивная сила растут с увеличением температуры ИК-отжига. Это свидетельствует о формировании частиц твердого раствора FeCo. Коэффициент прямоугольности ниже 0,5 для всех образцов, из чего следует, что частицы нанопорошка неоднородные по размеру и изотропные.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА ОКСИДА ЦИНКА

Водопьянов Е.М.

Научный руководитель: Ивашутенко А.С., к.т.н., доцент кафедры
электрооборудования промышленных предприятий Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: headfire94@gmail.com

В последние десятилетия наблюдается большой интерес в исследовании оксида цинка (ZnO). Это уникальный функциональный материал с высокой подвижностью электронов, высокотемпературной проводимостью, большой шириной запрещенной зоны (3,37 эВ) и энергией связи экситонов (60 мэВ), обладающий полупроводниковыми, пьезоэлектрическими, ферроэлектрическими и ферромагнитными свойствами, которые позволяют использовать его для широкого спектра устройств.

Ультрадисперсный порошок оксида цинка был получен универсальным плазмодинамическим методом в сверхзвуковой струе электроразрядной плазмы. Струя генерируется импульсным (до 10^{-4} с), сильноточным (10^5 А), коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ).

Электрическое питание ускорителя осуществлялось с помощью ёмкостного накопителя энергии ($C=3,6$ мФ, $U=3,8$ кВ). В течение всего рабочего цикла происходит электроэрозионная наработка цинка с поверхности ускорительного канала. Массовый выход материала составил 9.5 г.

Для исследования фазового состава продукта он был подвергнут исследованию на рентгеновском дифрактометре. В соответствии с полученными данными, порошок более чем на 99.9% состоит из фазы оксида цинка. Также был произведен анализ просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) с помощью микроскопа Phillips CM-12. Который показал, что оксид цинка имеет монокристаллическую гексагональную структуру, большую часть продукта составили объекты размерами около 200 нм.

Основываясь на результатах проведенной работы можно сделать вывод о возможности применения метода плазмодинамического синтеза для получения монокристаллического ультрадисперсного порошкового оксида цинка с кристаллической структурой - гексагональная сингония.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ MgO НА ПЛОТНОСТЬ, УСАДКУ, СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОМУ УДАРУ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СИСТЕМЫ Al₂O₃ – MgO

Гимаев Б.Д., Кретов Ю.Л.

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

E-mail: Gb931@mail.ru, kretov2005@yandex.ru

Пористые материалы – особый класс материалов, эксплуатационные характеристики которых определяются объёмом порового пространства и геометрией пор. Их области применения весьма обширны – это катализаторы, фильтры, мембраны с частичной проницаемостью, электроды, топливные и электролитные элементы, изоляционные элементы [С.П. Буякова. Свойства, структура, фазовый состав и закономерности формирования пористых наносистем на основе ZrO₂: дисс... д.т.н., Томск. 2008].

Для изучения термических свойств керамики на основе Al₂O₃-MgO проводилась закалка в воду с 200°C до 1000°C с интервалом в 100 °C. После детального изучения структуры поверхностного слоя образцов после закалок, было установлено, что при закалке с температуры 700 °C, на образцах с содержанием MgO от 0 до 30% появились трещины из за термических напряжений. На образцах с содержанием MgO от 50 до 100% включительно, образования трещин так и не произошло при закалке с температуры 900°C. После шестикратной закалки с температуры 1000°C разрушилось 9 из 10 составов, целым остался только один образец, содержащий 50% - Al₂O₃ и 50% - MgO.

Теплопроводность композиционной системы Al₂O₃-MgO с содержанием оксида магния при 25°C составляет 1,29 Вт/(м*К). С увеличением температуры испытания теплопроводность системы незначительно увеличилась, так при испытании 100 °C теплопроводность системы составила 1,7 Вт/(м*К).

С увеличением содержания оксида магния в экспериментальных образцах, наблюдалось увеличение усадки, так на образцах, полученных из чистого MgO, усадка составила примерно 30 %. При достаточно большом содержании оксида магния, пористость образцов близка к 10%.

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%.

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА SPS ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Данченко В.А.

Научный руководитель: Хасанов А.О., инженер кафедры
наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: vladimirdan@sibmail.com

Композиционная керамика на основе карбида кремния получена двумя различными способами: методом спекания в плазме искрового разряда (SPS-метод) и прессованием с последующим спеканием в вакууме. В ходе опытов, для SPS метода изменялись температура спекания (от 1700°C до 2000°C) и давление прессования (20 МПа и 40 МПа). Для традиционного метода изготовления давление прессования варьировалось в пределах 150-800 МПа, а температура спекания 1930-2000°C.

Обнаружены зависимости изменения плотности прессовок при компактировании при различных давлениях для последующего спекания и эволюция плотности этих заготовок после спекания при температуре 2000 °С. Показано, что увеличение давления прессования приводит к росту плотности. С другой стороны, после спекания зависимость плотности от давления прессования имеет неоднозначный характер, при этом средняя плотность по всем образцам не превышает 85% от теоретической. Установлено, что после спекания только образцы, спрессованные при давлении 159 Мпа, не имеют расслоений.

При последующем спекании, плотность изделий не превышает в итоге 94 %. Однако, увеличение температуры спекания на 70 °С (с 1930 до 2000 °С) позволяет повысить плотность керамики на 14%. Также замечено, что большинство изделий имеют явно выраженные дефекты в виде расслоений.

Установлено, для керамики, изготовленной SPS методом при давлении 40 МПа, плотность образцов не ниже 99% независимо от температуры спекания (1700-2000°C) в отличие от спекания при давлении 20 МПа, где тенденция изменения плотности имеет ярко выраженный характер - увеличение температуры спекания на 300°C (с 1700 до 2000°C) приводит к росту плотности на 8,5% и достигает, в итоге, также 99% от теоретической. Все образцы, изготовленные SPS-методом, не имеют видимых дефектов или трещин. Таким образом, SPS-метод изготовления керамики позволяет: снизить температуру спекания на 300 °С по сравнению с традиционными технологиями; получать бездефектные изделия с точной геометрией; сократить время изготовления с 20 часов до 20 минут.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-08-00775.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИЙ, ПРОХОДЯЩИХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЖЕЛЕЗО-ПОЛИМЕРНЫЙ ОРГАНОГЕЛЬ

Загарская С.В.

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

E-mail: lana.zagarskaya@mail.ru

В работе мы изучили кинетику реакций проходящих на границе раздела железо - полимерный органогель. Кинетику реакций на границе раздела с жидким и гель-электролитом изучали на примере восстановления оксида железа (III) на железном электроде в трех средах: вода, ПЭГ и полимерный гель, электролит - CF_3COOH . Для обработки экспериментальных данных использовали логарифмическую форму уравнения Ерофеева-Колмогорова: $\lg [-\lg(1-\alpha)] = \lg k + n \lg t + \lg l g e$.

Различия в процессах, протекающих на границе раздела с жидким и гель - электролитом были изучены на основании констант и порядков реакций, которые были найдены из уравнения Саковича [Колпакова Н.А., Романенко С.В., Колпаков В.А., Сборник задач по химической кинетике, 280, 2008].

Таблица

Константы скорости, рассчитанные из уравнения Саковича

Состав электролита		E=-0,5 В		E=-0,6 В		E=-0,7 В		E=-0,8 В	
		К	n	К	n	К	n	К	n
ММА+ МАК+ПЭГ +CF ₃ COOH	I уч	0,07±0,05	1,5	0,09±0,04	1,8	0,43±0,21	2,6	1,01±0,25	4,3
	II уч	2,86±0,03	5,4	3,18±0,05	6,5	3,04±0,22	6,4	3,01±0,12	7,1
H ₂ O + CF ₃ COOH	I уч	0,09±0,01	1,1	0,08±0,04	1,5	$5,31 \cdot 10^{-5} \pm$ $1,97 \cdot 10^{-5}$	0,2	$1,41 \cdot 10^{-5} \pm$ $1,41 \cdot 10^{-5}$	0,3
	II уч	1,61±0,07	7,4	1,26±0,12	6,7	1,64±0,01	4,4	1,51±0,25	5,2

Результаты показывают, что для полимерного геля во всем диапазоне потенциалов тангенс угла наклона n больше единицы, что свидетельствует о кинетической природе процесса. Для водного электролита при потенциалах -0.7 и -0.8 в первый линейный участок имеет тангенс угла наклона меньше единицы, что свидетельствует о том, что восстановление протекает в диффузионной области.

Таким образом, показано, что на начальной стадии восстановления оксида железа (III) в среде полимерного геля лимитирующей стадией является рост зародышей; в среде воды - образование зародышей; скорость реакции в полимерном геле выше, чем в водной среде.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ

Иванова М.Д.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., ведущий эксперт кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва

E-mail: iv.margarita4@gmail.ru

На сегодняшний день наиболее изученными направлениями использования наночастиц никеля в промышленности являются: создание эффективных избирательных катализаторов для синтеза новых материалов, улучшение антибактериальных средств, производство аккумуляторов, конденсаторов. В области биологии и медицины суспензии наночастиц никеля могут открыть новые возможности по диагностике и лечению многих заболеваний. Однако, на данный момент недостаточно изучены закономерности стабилизации водных суспензий наночастиц никеля, отсутствует возможность готовить агрегативно-устойчивые и неосаждающиеся гидрозоли и применять их на практике.

Цель данной работы – установить влияние электролитов на агрегативную устойчивость водных суспензий наночастиц никеля.

В качестве объекта исследования был выбран нанопорошок никеля, полученный методом электрического взрыва проволоки в среде аргона. В работе готовили суспензии нанопорошка концентрацией наночастиц никеля 0,05 % мас. в 2М водном буферном растворе НЕРЕС (2-[4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazinyl] ethanesulfonic acid). Исходные растворы электролитов готовили на основе дистиллированной воды путем добавления навесок хлорида натрия и хлорида кальция. Из полученной суспензии и приготовленных растворов методом разбавления готовили суспензии, в которых концентрация катионов соответствовала ионной силе (I) 0,25, 0,5, 1, 2,5, 5 мМ. Для измерения размера и заряда частиц использовали прибор Nano Zetasizer Malvern, США, в основе которого лежит метод динамического рассеяния света.

Экспериментально показано, что при увеличении I Na⁺ от 0 до 5 мМоль средний размер частиц варьируется в пределах 400...500 нм. Величина ζ-потенциала в воде составляет 5,69 мВ, при I=1 мМ - 10,33 мВ, далее меняет свой знак с «+» на «-» при I=2,5 мМоль составляет -2,23 мВ. При добавлении в раствор Ca⁺⁺ размер частиц практически не изменяется и находится в диапазоне 550-600 нм, значение ζ-потенциала растёт с увеличением I от 0 до 1 мМоль от 11,1 до 24,5 мВ при I = 0,5 мМоль, что делает суспензию электрокинетически более устойчивой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА

Инкар М.А.

Научный руководитель: Дзидзигури Э.Л., к.т.н., старший научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва
E-mail: macos92@list.ru

Одним из перспективных направлений развития материаловедения, актуально и наиболее динамично развивающейся областью на сегодняшний день является изучение и использование наноматериалов.

Наноразмерные порошки кобальта обладают большой индукцией насыщения и являются перспективным материалом для создания магнитных жидкостей, компактных композиционных материалов, в системах магнитного охлаждения, в медицине и биологии.

Вопросам синтеза наночастиц кобальта посвящен ряд работ. Однако влияние исходных веществ, условий получения на размеры наночастиц, механизмы формирования дисперсности до настоящего времени изучены недостаточно.

В связи с этим целью данной работы было определение механизма восстановления кислородсодержащих соединений кобальта.

Нанодисперсный кобальт получали восстановлением водородом гидроксида кобальта, осажденного щелочью из солевого раствора при постоянной рН. Методом рентгеновской дифрактометрии был произведен качественный и количественный фазовый анализ. Морфология и дисперсность кобальта изучались на сканирующем и просвечивающем электронном микроскопе.

По результатам рентгенофазового анализа в полученных образцах кобальта присутствуют фазы кобальта (α -Co, β -Co), а также оксиды кобальта (CoO, Co₃O₄), содержание которых зависит от условий восстановления.

По микрофотографиям определены средние размеры частиц нанопорошка кобальта. Средний диаметр зародышей остается практически неизменным и составляет 2,(3) нм.

По полученным данным предложен механизм восстановления металла. В пределах исходной частицы гидроксида образуется оксидная фаза, на этих частицах оксида образуются зародыши кобальта, количество которых возрастает с увеличением времени восстановления до того момента, когда образец полностью будет состоять из маленьких зародышей металла. И только потом маленькие зародыши коагулируют в более крупные частицы металла, размеры которых составляют 43 нм.

Определено, что из одной частицы исходного гидроксида кобальта образуется три наночастицы металлического кобальта.

ДЕГРАДАЦИЯ СОСТАВА АЛЮМИНИЕВЫХ ЧАСТИЦ В ИСКУССТВЕННЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Карепина Е.Е.

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

E-mail: karapina_ee@mail.ru

Информация о продуктах деградации наночастиц в биологических жидкостях должна являться основой для прогнозирования потенциальных рисков наноматериалов для организма человека. Однако данных, позволяющих оценить степень окисления наночастиц, например, в дыхательных путях, зачастую недостаточно [Hunt W. H, Journal of the Minerals, Metals and Materials Society, 2004.]. В работе был исследован электровзрывной порошок алюминия (~ 93 мас.%). На основе нанопорошков готовили суспензии с использованием стандартного физиологического раствора на основе NaCl (состав: NaCl - 9 г/л, pH=7,17), часто используемого в токсикологических испытаниях для пробоподготовки образцов. Концентрация нанопорошка в суспензии составляла 0,01 мас.%. Полученные суспензии выдерживались 72 ч. при температуре 37°C с периодическим перемешиванием, затем разделялись с помощью декантации, и твердая фаза высушивалась при температуре 22°C в чашках Петри в течение 72 ч. Полученные продукты также подвергались РФА и СЭМ.

Согласно наблюдениям, высушенный порошок имел светло-серую окраску с белыми включениями (в отличие от исходного черного), что в первую очередь свидетельствовало об изменении состава. Согласно данным РФА, содержание металлического Al⁰ в частицах суспензии уменьшилось от 95 до 6 мас.%. Высушенный образец включал 94 мас.% фазу гидрата - Al(OH)₃. Таким образом, степень деградации состава наночастиц составляла 98,9 мас.%. Согласно данным СЭМ исходные порошки включали частицы по форме, близкой к сферической, среднеповерхностный размер частиц порошка составлял 95 нм, средний размер агломератов 4 мкм. Образующиеся осадки преимущественно имели новую морфологию (кристаллы пирамидальной формы) с пористой структурой поверхности. Размер частиц нового продукта увеличился до 250-320 нм, агломератов - до 6-8 мкм.

Таким образом, в настоящей работе экспериментально показано, что при взаимодействии электровзрывного нанопорошка алюминия с физиологическим раствором (водный раствор 0,9%-ого NaCl) происходит окисление частиц с образованием пористого осадка белого цвета состава Al(OH)₃, причем степень окисления нанопорошка алюминия может достигать высоких значений (98,9 мас.%).

СТРУКТУРА И МИКРОТВЕРДОСТЬ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 06МБФ ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Кошовкина В.С.

Научные руководители: Астафурова Е.Г., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

Майер Г.Г., к.ф.-м.н., младший научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

E-mail: koshovkina_vs@mail.ru

В работе представлены результаты экспериментальных исследований структуры и микротвердости стали 06МБФ (Fe-0,1Mo-0,6Mn-0,8Cr-0,2Ni-0,3Si-0,2Cu-0,1V-0,06Nb-0,09C, мас.%) в исходных состояниях: (нормализация от 920°C, 30 мин., состояние I), (закалка от 920°C, 30 мин. в воду, состояние II) и (закалка от 920°C, 30 мин. и отпуск при температуре 670°C, 1 ч., состояние III), и после кручения под давлением (КГД) на наковальнях Бриджмена (4-6 ГПа) на пять полных оборотов при комнатной температуре.

Нормализация приводит к формированию ферритно-бейнитного состояния (состояние I) со средним размером зерна феррита $d = 10$ мкм и объемной долей бейнита 6%. После закалки сформирована структура мартенсита самоотпуска (состояние II) со средней толщиной пластин $t = 0,4$ мкм. Закалка и последующий отпуск привели к формированию ферритного состояния (состояние III), состоящего из глобулярного феррита с $d = 2,4$ мкм и пластинчатого феррита с шириной пластин 0,4 мкм.

Установлено, что КГД приводит к формированию ультрамелкозернистого состояния (УМЗ) со средним размером (суб) зерна 91 нм (состояние I), 98 нм (состояние II) и 100 нм (состояние III). КГД приводит к росту средних значений микротвердости в сравнении с исходными состояниями: от 1,6 ГПа до 7,0 ГПа для состояния I, от 3,2 ГПа до 7,7 ГПа для состояния II, и от 2 ГПа до 6 ГПа для состояния III. Степень неоднородности распределения микротвердости по диаметру образцов ниже в случае кручения образцов в состояниях I и II ($K = H\mu(\text{край})/H\mu(\text{центр}) = 1,4$ и $K = 1,2$ соответственно) в сравнении с состоянием III ($K = 1,7$). При КГД в стали 06МБФ формируются УМЗ состояния с близким размером элементов зеренно-субзеренной структуры. При этом они характеризуются различными значениями микротвердости и степенью неоднородности структуры. Эти различия вызваны высокой исходной дисперсностью структуры из-за фазового наклепа и большей долей большеугловых границ в закаленном состоянии по сравнению с состояниями после нормализации и закалки с отпуском.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований СО РАН на 2013–2016 гг. (III.23.2.2.).

ПРИМЕНЕНИЕ ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ

Кузичкин Е.Е.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: saybot92@mail.ru

В настоящее время фуллерены являются одним из самых производимых наноматериалов и являются широко востребованными в разных областях науки. Одна из многообещающих областей их применения - адресная доставка лекарств [Yang, X.L.; Toxicol. In vitro, 2002]. Тем не менее, в научных дискуссиях до сих пор вопрос целесообразности применения фуллеренов в медицине широко обсуждается.

В настоящей работе выполнен литературный обзор для ответа на вопрос: "Целесообразно ли дальнейшее изучение фуллеренов для целевой доставки лекарственных веществ".

В работе рассмотрены и переведены статьи зарубежных авторов с использованием международных баз данных Elsevier - ScienceDirect, SCOPUS и Springer References.

Анализ литературы показал, что применение фуллеренов для адресной доставки лекарств очень перспективно. Фуллерены проявляют высокую фотоцитотоксичность по отношению к клеткам рака: наблюдается апоптоз даже при малых концентрациях веществ [Yamawaki, H.; Am. J. Physiol., Cell Physiol., 2006]. При использовании фуллереновых частиц для доставки магнитных ядер ^{25}Mg увеличивается более чем в 2 раза выход аденозинтрифосфата [Rezayat S.M.]. Анализ токсичности фуллеренов по отношению к организму животных показывает, что максимальная недействующая доза фуллеренола $\text{C}_{60}(\text{OH})_{24}$ при подостром пероральном поступлении, находится в интервале 0,1– 1,0 мг/кг массы тела/сут. [Gao, J. Toxicol. Appl. Pharmacol., 2010]

Так проведенный литературный обзор показывает эффективность фуллеренов при лечении различных болезней, но пока являются малоизученными, чтобы использовать их для лечения людей.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСПЕНЗИИ НАНОРАЗМЕРНОГО И УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКОВ ZnO

Кутуков А.К.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., ведущий эксперт
кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных
материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва

E-mail: Kutukov27@yandex.ru

Обладая высокой поверхностной энергией, частицы нанопорошков при хранении, транспортировке и применении подвергаются значительной агрегации. Поэтому в ряде случаев для применения наночастиц их удобно использовать в виде суспензии.

В данной работе предпринята попытка приготовления седиментационно устойчивой суспензии, используя аминокислотную глицин для стабилизации порошков ZnO.

В работе готовили водные суспензии на основе плазмохимических порошков ZnO со средним размером частиц 20 нм (ZnO-20) и 300 нм (ZnO-300). Эффективность адсорбции глицина на поверхности частиц оценивали по разности высоты пиков ИК-спектров центрифугатов, полученных при разделении суспензий порошков, выдержанных в 2 М растворе глицина. Анализировали пики ИК-спектра, характерные для колебания связей в амино-группе при длине волны 1250 см^{-1} .

Показано, что после выдерживания частиц в суспензиях в течение часа с содержанием 0,1 порошка высота пика уменьшилась от 11,1 до 8 ед. для ZnO-20 и ZnO-300 нм, соответственно. При увеличении концентрации порошков в 5 раз наблюдалась такая же тенденция: высота пика уменьшилась от 11,1 до 3 ед. для ZnO-20 и до 2 ед. для ZnO-300 нм. Рассчитано, что за 1-час выдерживания суспензии в 2 М растворе глицина с содержанием нанопорошка ZnO 2, 10 мас.% адсорбируется 27,92% и 54,05% ПАВ на поверхности ZnO-20 и ZnO-300, соответственно. При увеличении концентрации порошков в суспензии различие в степени адсорбции для частиц разного размера не велико: 72,9% для ZnO-20 и 81,9% на ZnO-300.

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.

Работы выполнены при поддержке гранта РФФИ № 15-03-06528.

ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА НА ДЛИНУ СТЕРЖНЯ И ПОЛНОТУ ЕГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ПРИ СВС-ЭКСТРУЗИИ

Кылышбаев К.Т.

Научный руководитель: Столин А.М., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией пластического деформирования материалов Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН,

г.Черноголовка

E-mail: k.kana_91@mail.ru

В работе теоретически исследовалась роль масштабного фактора (влияние высоты и диаметра образца) на получение длинномерных образцов методом СВС-экструзии (СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез). Численные исследования проводились на основе математического моделирования тепловых режимов процесса СВС-экструзии. Показано, что изменение масштабного фактора существенным образом влияет на длину экструдированных стержней и полноту выдавливания.

Для исследования масштабного фактора при получении длинномерных образцов состава TiC-Co методом СВС-экструзии, были использованы математические модели тепловых режимов процесса с необходимой их модификацией. Эти модели позволяют исследовать температурные поля в образце, теплоизоляторе и экструдированном стержне в зависимости от различных технологических параметров процесса (температуры горения, времени задержки, скорости плунжера пресса, температуры подогрева различных зон оборудования и т.п.). В результате численного решения двумерной тепловой задачи с двумя подвижными границами находилось температурное поле $T = T(r, z, t)$, являющееся функцией двух координат r и z и времени t (относительно угловой координаты ϕ существует симметрия) в образце, теплоизоляторе, прессформе, выдавливаемой (экструдированной) части материала и прогнозировалась длина изделия (L). В тепловых моделях роль реологического фактора учитывалась через эффективную характеристику – температуру живучести. Когда часть материала, находящаяся в профилирующей матрице и расположенная непосредственно над ее отверстием, теряла «живучесть», т.е. способность к пластическому деформированию, и закупоривала выходное отверстие, выдавливание прекращалось. Полученная длина-ордината нижней границы образца – и являлась искомой длиной изделия.

Проведенные численные исследования позволяют выбрать оптимальные значения высоты и диаметра образца, а также диаметра профилирующей матрицы для получения стержней большей длины.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Лапуть О.А.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: smile_olesia@mail.ru

Представленная работа является частью литературного обзора о применении фуллеренов в строительстве.

Одним из интересных применений нанотехнологий является производство строительных материалов на основе фуллеренов, однако, в научно – популярной литературе, в силу дороговизны углеродных наноматериалов, целесообразность развития этого направления ставится под вопросом [Volkov G.M., Volumetric nanomaterials, 3, 2011].

Цель данной работы – показать перспективы применения фуллеренов в строительстве с помощью анализа достоверных данных.

В работе рассмотрены статьи зарубежных авторов, с использованием баз данных (Elsevier – ScienceDirect, SCOPUS, Springer References, Ebrary Engineering & Technology (ProQuest), Google Академия, и др.).

Анализ литературы позволил выявить, что в России очень популярно применение фуллереновых частиц, в качестве строительного материала. Показано, что с добавлением фуллеренов разработаны более эффективные термоустойчивые электронагреватели, созданы новые перспективные экологически чистые строительные и отделочные материалы [Bazhenov Ju.M., Korolev E.V., Journal «Regionalnaya arhitektura i stroutelstvo», 1, 2009]. Установлено, что добавление сверхмалых доз наномодификаторов на основе фуллеренов в цементные смеси позволяют в 1,5 раза повысить прочность и морозоустойчивость строительного бетона [Mokrova M.V., Proceedings of the 68th conference of professors, teachers, scientists, engineers, and graduate students, 2011]. В гипсовом камне за счет введения фуллереноподобных наночастиц снижается дефектность структуры и пористь [Lukutsova N.P., Journal «Stroitelnye materialy», 9, 2010].

Таким образом, проведенный литературный обзор однозначно показывает, что применение фуллеренов в строительстве, может позволить производить материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, а следовательно, большим сроком службы, что несомненно может окупить использование недешевых нанодобавок.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БЕМИТА ПОЛУЧЕННОГО В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Мартемьянова И.В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры
физической и аналитической химии Томского политехнического
университета, г.Томск

E-mail: martemiv@yandex.ru

Для придания различным носителям дополнительных сорбционных свойств, производят модификацию их поверхности наночастицами бемита (оксогидроксид алюминия), полученного синтетическим способом. С целью оптимизации получения нанофазного оксогидроксида алюминия, используют разные химические реагенты и различные условия синтеза. В данной работе рассматривается получение различных образцов оксогидроксида алюминия при использовании золь-гель технологии и исследование их свойств.

С целью дальнейшего исследования получали 4 образца оксогидроксида алюминия: № 1 – полученный с применением NH_4OH при дальнейшей промывке до нейтральной pH; № 2 – полученный с применением NH_4OH без промывки до нейтральной pH; № 3 – полученный с применением NaOH при дальнейшей промывке до нейтральной pH; № 4 – полученный с применением NaOH без промывки до нейтральной pH. В таблице 1 даны удельная поверхность ($S_{\text{уд}}$) и удельный объем пор (P) исследуемых образцов.

Таблица 1

Образец	$S_{\text{уд}}, \text{ м}^2/\text{г}$	$P, \text{ см}^3/\text{г}$
№ 1	192,5	0,083
№ 2	213,7	0,087
№ 3	152,8	0,065
№ 4	201,5	0,086

Определяли степень извлечения ионов Cd^{2+} из модельного раствора в статических условиях (начальная концентрация $4,065 \text{ мг}/\text{дм}^3$), при использовании исследуемых образцов. В таблице 2 представлены сорбционные свойства образцов при времени сорбции 60 минут.

Таблица 2

Образец	Конечная концентрация, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Степень сорбции, %
№ 1	3,96	2,58
№ 2	3,765	7,38
№ 3	2,955	27,31
№ 4	1,645	59,53

На основании проведённой работы удалось определить, что величина удельной поверхности и удельный объем пор больше у образцов, полученных с использованием NH_4OH . Образцы, полученные без промывки показали более высокие значения по удельной поверхности и удельному объёму пор и лучшую степень сорбции.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСОГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛА ГЁТИТ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННОГО ОБРАЗЦА

Мартемьянова И.В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: martemiv@yandex.ru

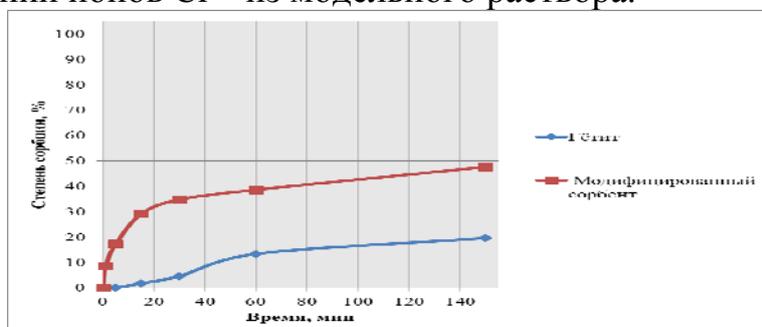
Ни для кого не секрет что природные минералы находят самое широкое применение в процессах водоочистки [Годымчук А.Ю., Решетова А.А., Изучение процессов извлечения тяжелых металлов на природных минералах. // Электронный научно-информационный журнал «Вестник отделения наук о Земле РАН», Москва, 2003]. Для увеличения сорбционной способности природных минералов проводят химическим, или термическим способом модификацию их поверхности. В данной работе рассматривают иммобилизацию наночастиц оксигидроксида алюминия на поверхности минерала гётит (посредством золь-гель процесса), с целью увеличения его сорбционных свойств при извлечении ионов Cr^{6+} из модельного раствора.

В таблице представлены удельная поверхность ($S_{\text{уд}}$) и удельный объем пор (P) у образцов: гётит, оксигидроксид алюминия ($\text{AlO}(\text{OH})$) и модифицированный сорбент на основе минерала гетита, с иммобилизованными на его поверхности наночастицами оксигидроксида алюминия.

Таблица

Образец	Размер частиц, мм	$S_{\text{уд}}$, $\text{м}^2/\text{г}$	P , $\text{см}^3/\text{г}$
Гётит	Менее 0,1	4,09	0,002
$\text{AlO}(\text{OH})$		192,5	0,083
Сорбент		16,5	0,007

На графике представлены сравнительные сорбционные характеристики минерала гётит и его модифицированного аналога, при извлечении ионов Cr^{6+} из модельного раствора.



Можно сделать вывод, что модифицированный гётит имеет большую удельную поверхность, удельный объем пор и сорбционные свойства по сравнению с исходным гётитом.

СРАВНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУЧЕННОГО БЕМИТА И СТАНДАРТНОЙ ОКСИ АЛЮМИНИЯ (Al_2O_3)

Мартемьянова И.В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры
физической и аналитической химии Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: martemiv@yandex.ru

При создании новых видов сорбционных материалов находит широкое применение использование соединений алюминия, находящихся в наноразмерном состоянии. Имеет актуальность работа по определению сравнительных сорбционных свойств различных соединений алюминия. В рамках данной работы проводится сравнение сорбционных характеристик стандартной окиси алюминия (Al_2O_3 – ТУ 6-09-426-75) и оксогидроксида алюминия, при извлечении ионов Cu^{2+} из модельного раствора.

Исследовались следующие образцы: 1). № 1 – оксогидроксид алюминия, полученный посредством золь-гель процесса из алюминия пищевых марок, при использовании NH_4OH ; 2). № 2 – окись алюминия (Al_2O_3). Определение сорбционной способности исследуемых образцов проводилось в статическом режиме при перемешивании на магнитной мешалке (до 200 оборотов в минуту). Для процесса сорбции брался образец в количестве 0,3 г и помещался в стеклянный стакан (50 см^3) с модельным раствором объёмом 30 см^3 . Модельный раствор готовился на дистиллированной воде с использованием государственного стандартного образца состава ионов меди. Концентрация ионов Cu^{2+} в исходном растворе составляла $3,99\text{ мг/дм}^3$. После процесса статической сорбции раствор отделялся от сорбента центрифугированием, с частотой вращения 20000 об/мин. В таблице представлены сорбционные характеристики образцов окиси алюминия и оксогидроксида алюминия при извлечении ионов Cu^{2+} из модельного раствора.

Таблица

Образец	Время сорбции, мин.	Концентрация ионов Cu^{2+} в фильтрате, $мг/дм^3$	Степень сорбции, %
№ 1	15	2,694	32,49
	60	2,919	26,85
№ 2	15	2,904	27,22
	60	3,12	21,81

Из таблицы видно, что наибольшая сорбционная способность у исследуемых образцов видна уже при 15 минутах процесса. В обоих случаях при 60 минутах перемешивания наблюдается некоторая степень десорбции ионов Cu^{2+} обратно в модельный раствор. Из исследуемых образцов № 1 – оксогидроксид алюминия показывает лучшие сорбционные свойства (на 5 %), чем № 2 – окись алюминия.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ БЕМИТА С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ

Мартемьянова И. В.

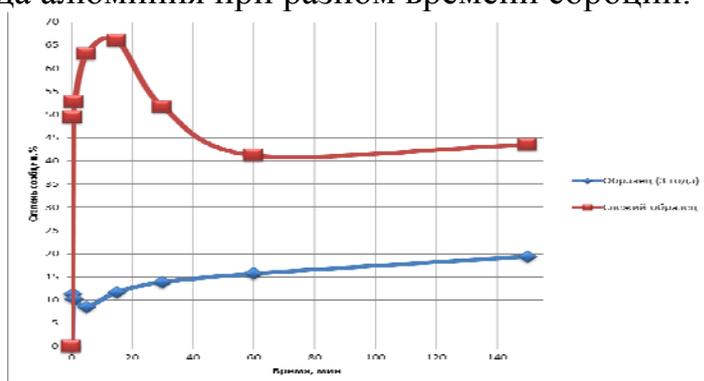
Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: martemiv@yandex.ru

Известно, что для модификации поверхности, при создании новых видов сорбционных материалов используют оксигидроксид алюминия. Имеет актуальность работа по определению сорбционной эффективности образцов оксигидроксида алюминия, полученных в разное время.

Целью данной работы является определение сорбционных свойств образцов оксигидроксида алюминия, полученных в разное время (промежуток 3 года), при извлечении ионов Cr^{6+} из модельного раствора. Исследования проводили на двух образцах оксигидроксида алюминия полученных в разное время: 1). Образец, полученный при использовании NaOH с промывкой до нейтральной pH (дата получения – 17.04.2012); 2). Свежий образец, полученный при использовании NaOH с промывкой до нейтральной pH (дата получения – 20.05.2015); Образцы оксигидроксида алюминия получали посредством золь-гель процесса при использовании алюминия пищевых марок.

Определяли степень извлечения ионов Cr^{6+} из модельного раствора в статических условиях с начальной концентрацией $5,0726 \text{ мг/дм}^3$. На графике представлены сорбционные свойства образцов оксигидроксида алюминия при разном времени сорбции.



На основании проведённых исследований видно, что свежий образец оксигидроксида алюминия показывает лучшие сорбционные свойства, при извлечении ионов Cr^{6+} из модельного раствора и наивысшая сорбционная способность у него наблюдается при 15 минутах процесса.

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И НАНОПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ

Мельникова Т.В.

Научный руководитель: Назаренко О.Б., д.т.н., профессор кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: tatkamel93@mail.ru

Снижение горючести полимерных материалов достигается в основном путем модификации или введением в материал замедлителей горения. Целью работы является исследование термической стабильности эпоксидной смолы при введении в нее нанопорошков меди (НП Cu) и алюминия (НП Al) в качестве наполнителей.

В работе методом термического анализа исследовано поведение эпоксидных композитов, наполненных НП Cu и Al с концентрацией 5 масс. %, а также в комбинации с борной кислотой (H_3BO_3), при нагревании в воздухе до $1000^\circ C$. Проведено сравнение полученных характеристик со свойствами исходной отвержденной эпоксидной смолы.

Результаты термических испытаний свидетельствуют о положительном влиянии наполнителей на термическую стабильность эпоксидных полимеров, за исключением образца, наполненного НП Cu. В то же время, образец, наполненный НП Cu (5 масс. %) в комбинации с H_3BO_3 (10 масс. %), характеризуется наибольшей термической стойкостью. Введение наполнителя слабо влияет на значение температуры начала окисления данного образца, но приводит к увеличению выхода остатка по окончании термоокислительной деструкции ($600^\circ C$) до 14,4% по сравнению с 0,3% для исходного эпоксидного полимера. Такое же влияние оказывает борная кислота в комбинации с НП Al – остаток при $600^\circ C$ составил 9%, в то время как для образца, наполненного только НП Al, эта величина составила 2,5%.

В эпоксидных композитах под влиянием нанодисперсных наполнителей происходят структурные изменения, приводящие к снижению кинетической подвижности макромолекул, обрыву цепей распада полимера и рекомбинации микрорадикалов на поверхности металла, в результате чего повышается термостабильность наполненных полимеров по сравнению с ненаполненным [Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. – М.: Химия, 1989. – 192 с.]. Кроме того, повышение термостабильности возможно за счет диссипации тепловой энергии металлическими наполнителями, обладающими большими теплопроводностью и теплоемкостью, а также в результате связывания наполнителями кислорода, растворенного в объеме полимера.

СИНТЕЗ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ «НАНОЛИСТОВ» CuO ПИРОЛИЗОМ ОСНОВНОГО СУЛЬФАТА МЕДИ (II)

Моисеева Д.Ю.

Научный руководитель: Новикова А.А., к.х.н., доцент кафедры «Химия»
Донского государственного технического университета,
г.Ростов-на-Дону
E-mail: daryamoisey@gmail.com

Наиболее изученным фотоактивным материалом на данный момент является диоксид титана. Однако не прекращается поиск материалов, которые могли бы составить достойную конкуренцию TiO_2 . Одним из таких материалов может являться оксид двухвалентной меди по причине его высокой активности и селективности в окислительно-восстановительных реакциях, относительно низкой стоимости и не токсичности.

Представленная работа направлена на разработку фотокаталитически активных наночастиц CuO, где в качестве прекурсора использован минерал брошантит – основной сульфат меди (II) $Cu_4[SO_4](OH)_6$.

Исследование методом СЭМ показало, что порошок брошантита в микромасштабе представляет собой агрегаты размером в среднем 2 мкм, состоящие из более мелких частиц пластинчатой формы.

Для оценки фазового превращения была проведена серия отжигов брошантита при температурах от 200 до 800°C. Рентгенофазовый анализ продуктов разложения брошантита показал, что уже при температуре выше 400°C появляются рефлексы, соответствующие образованию оксида меди (II), и данная фаза является единственным продуктом реакции. Результаты седиментационного анализа согласуются с данными рентгеновской дифракции. Частицы, синтезированные в интервале 500 – 800°C имеют средний размер от 17 до 18 нм.

Согласно данным АСМ и СЭМ наночастицы CuO представляют собой частицы плоской формы толщиной от 19 до 23 нм, при этом с ростом температуры закономерно увеличивается и размер частиц.

Исследование фотокаталитических свойств порошка CuO проводили методом фоторазложения красителя метилового оранжевого в водном растворе. В качестве источника ультрафиолетового излучения использовали солнечный свет. Установлено, что под действием естественного ультрафиолетового излучения в присутствии синтезированных наночастиц CuO происходит выцветание красителя и уменьшение оптической плотности растворов в отсутствие перекиси водорода. Таким образом, под освещением CuO может создать •ОН радикалы и имеет сумму окислительных действий достаточных для разрушения органических загрязнителей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В БЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Морева Т.А., Кудяков К.Л.

Научный руководитель: Плевков В.С., д.т.н., профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций Томского государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск

E-mail: t.a.moreva@mail.ru

Композитная арматура является перспективным современным строительным материалом, позволяющим создавать конструкции повышенной прочности и долговечности, однако, имеются недостатки, которые существенно ограничивают области их применения: высокая деформативность и низкая огнестойкость. Обширное применение композитной арматуры в строительстве в России затруднено в связи с отсутствием нормативной и проектной документации. Таким образом, вопросы проектирования, расчета и применения бетонных конструкций, армированных неметаллическими композитными материалами, являются весьма актуальными [В.Ф. Степанова и др., Арматура композитная полимерная – М.: АСВ, 2013].

Были проведены экспериментальные исследования прочности и деформативности изгибаемых бетонных элементов, армированных стеклокомпозитной и углекомпозитной арматурой с диаметром 10 и 6 мм. Экспериментальные образцы имели длину 2,2 м и поперечное сечение с размерами 100 x 200 мм.

Испытания проводились ступенчатой статической нагрузкой по схеме однопролетной шарнирно-опертой балки. Во время испытания фиксировались разрушающая нагрузка и величины прогибов.

По результатам испытаний было отмечено, что при замене стальных стержней стеклопластиковыми происходит увеличение несущей способности изгибаемого бетонного элемента при статическом воздействии до 5 – 10%. В то же время возрастает деформативность в 4 – 5 раз по сравнению с железобетонным элементом. Повышенная деформативность изгибаемых элементов, армированных композитными стержнями, может благоприятно влиять на несущую способность и живучесть изгибаемых элементов, подвергнутых динамическому нагружению, что требует дополнительных исследований [Kudyakov, K.L. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2015, 71].

ВЛИЯНИЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ НА СТРУКТУРУ, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

Москвина В.А.

Научный руководитель: Астафурова Е.Г., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

E-mail: valya_moskvina@mail.ru

Методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа, микроиндентированием изучали структуру, фазовый состав и прочностные характеристики высокоазотистой аустенитной стали, подвергнутой кручению под квазигидростатическим давлением (КГД). В качестве объекта исследования была выбрана сталь Fe-18Cr-23Mn-2.7V-0.2C-0.7N, мас.% (X20AG20Ф2), закаленная в воду от 1200 °С. Деформацию заготовок проводили при комнатной температуре на наковальнях Бриджмена (КГД, 6 ГПа) на N=0 (осадка без поворота бойка), N=1/4, N=1/2 и N=1 оборот.

В исходном состоянии сталь X20AG20Ф2 имеет структуру преимущественно аустенита со средним размером зерна 100 мкм. Параметр решетки аустенита до деформации составляет 0.3638 нм, что свидетельствует о высокой концентрации атомов азота и углерода в твердом растворе после закалки. Наряду с аустенитом наблюдали крупные частицы кубической формы с длиной грани 5-10 мкм (оптическая металлография) и сферические частицы диаметром 20-30 нм и 100-150 нм.

Микротвердость стали возрастает с ростом степени пластической деформации от 4.1 ГПа в исходном состоянии до 6.2-6.5 ГПа после кручения (на середине радиуса дисков), распределение микротвердости по диаметру дисков остается квазиоднородным после пластической деформации.

Уровень твердорастворного упрочнения в стали сохраняется высоким после деформационных обработок, при этом механизмами, определяющими фрагментацию структуры и деформационное упрочнение стали являются скольжение, двойникование, образование полос локализованной деформации и дисперсионное твердение. Активное развитие механического двойникования способствует деформационному упрочнению, а также однородности структуры и микротвердости по образцу. Рентгенографически и при электронно-микроскопических исследованиях в структуре стали не обнаружено заметного количества α - мартенсита. Размеры областей когерентного рассеяния становятся меньше с ростом степени деформации и составляют ≈ 70 нм после осадки и ≈ 25 нм после кручения.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ЦИРКОНИЯ МЕТОДОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ

Нургысанова А.Е.

Научный руководитель: Лямина Г.В., к.х.н., доцент кафедры
наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: nurgysanova@mail.ru

Химические методы синтеза нанопорошков позволяют широко варьировать морфологию, кристаллическую структуру и химический состав частиц. Основным преимуществом метода является возможность производства порошков заданного состава в промышленных масштабах. Но порошки, полученные таким образом, имеют высокую степень агрегации и широкий диапазон размеров. Способы, связанные с быстрым удалением растворителя, могут исправить данные недостатки

Целью работы являлось получить композиционные порошки на основе оксидов алюминия и циркония из суспензий методом распылительной сушки.

Нанопорошок $Al_2O_3 \times ZrO_2$ получали с помощью осаждения суспензии « $Al(NO_3)_3 \times ZrOCl_2 + H_2O$ », приготовленной из раствора солей с добавлением аммиака. Осадок промывали дистиллированной водой до исчезновения запаха и выделяли из суспензии методом распылительной сушки с помощью специальной установки Nano Spray Dryer B-90. Затем полученный порошок отжигали при температуре 1200°C.

По данным рентгенофазового анализа показано, что порошок, полученный распылительной сушкой, содержит 75% тетрагональной фазы по сравнению с порошком полученного в результате химического осаждения (5%-tet). Использование концентрации 0,5 моль/л дает преимущество по сравнению с 1М растворами, где содержание тетрагональной фазы 3-5%.

Данные порошки имеют большую удельную поверхность по сравнению с порошками, полученными химическим способом согласно методу БЭТ. Что свидетельствует о содержании малого размера частиц в порошке.

На микрофотографиях сканирующей электронной микроскопии показано, что порошок выделенный методом распылительной сушки имеет грунлированную рыхлую структуру, где гранулы состоят из отдельных частиц Al_2O_3 и равномерно распределенных в них частиц ZrO_2 , размер которых не превышает 100 нм.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА

Ольштрем А.А.

Научный руководитель: Постников П.С., к.х.н., инженер-исследователь
кафедры общей и неорганической химии Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: aao6@tpu.ru

Использование наночастиц металлов для создания композитов на основе полимеров позволяет получить новые материалы с улучшенными механическими свойствами [Sh. Li, M. M. Lin, M. S. Toprak, D. K. Kim, M. Muhammed, Nano Rev. 2010, 1, 5214-5233; R. Fuhrer, E.K. Athanassiou, W.J. Stark et. al., Small. 2009, 5, 383-388].

Ранее нами был предложен метод синтеза поверхностно-модифицированных НЧ ноль-валентного железа с использованием арендиазоний тозилатов (АДТ) [О. А. Guselnikova, M. V.Gromov, A. I. Galanov, Adv. Mat. Res. 2014, 1040, 309-313]. Нами были синтезированы НЧ железа с аминифенильными органическими функциональными группами, которые затем вводились в реакцию ацилирования с ангидридом эндо-5-норборен-2,3-дикарбоновой кислоты (Схема 1).

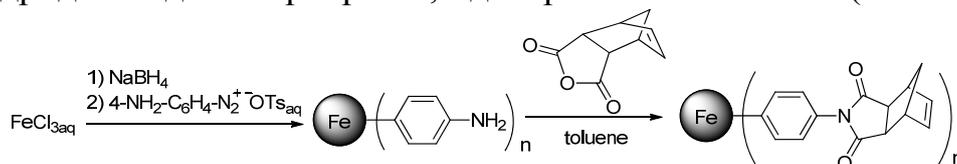


Схема 1 – Схема синтеза поверхностно-модифицированных НЧ железа

Строение органических функциональных групп, привитых к НЧ железа было доказано методами ИК-спектроскопии и элементного анализа. По данным совмещенного термического и элементного анализа количество органических функциональных групп составляет 1,12 ммоль на 1 г порошка наночастиц.

На основе полученных наночастиц нами были получены композитные материалы в ходе ROMP-процесса с диметилловым эфиром эндо-5-норборен-2,3-дикарбоновой кислоты в качестве основного мономера. Содержание наночастиц варьировалось от 1 до 7 мас. % (1%, 3%, 7% справа налево (рис 1)).



Рис 1 – Первые прототипы композитных материалов

На основе проведенных исследований полученный нанокompозитный материал можно рассматривать как перспективный для дальнейшего изучения механических и других свойств.

МОЖНО ЛИ РАССМАТРИВАТЬ ЭТАП ДИАГНОСТИКИ СВОЙСТВ НАНОПОРОШКОВ КАК АКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ВЫДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ?

Папина Ю.В.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: papinayuliya@gmail.com

Интенсивный рост промышленного производства нанопорошков, сопровождается рисками негативного влияния наночастиц на человека и окружающую среду [Buzea C., *Biointerphases*, 2, 2007].

Каждый этап производства и диагностики наноматериалов несет в себе потенциальную опасность выделения частиц в воздух и воду. Основную опасность лабораторные исследования нанопорошков представляют прежде всего для человека, непосредственно контактирующего с образцами – сотрудника лаборатории. Опрос 240 научных сотрудников университетов и исследовательских центров, выявил, что каждый четвертый работник практически не использует средств индивидуальной защиты, и всего 10% исследователей обращают на защиту от наночастиц внимание. Зная, что наночастицы активно всплываются в воздух, 30% исследователей не используют средств защиты органов дыхания. В большей части научно-исследовательских лабораторий с наноматериалами обращаются также как с обычными химическими веществами [F. Balas, *Nature Nanotechnology*, 5, 2010].

Так стоит ли бояться наночастиц на этапе диагностики, если даже высококлассные специалисты в данной области пренебрегают техникой безопасности. Ответ «Да».

На любой стадии изготовления и диагностики есть потери при распылении порошка: количественный анализ аэрозоля в лаборатории синтеза наноматериалов показал, что на стадиях, связанных с обработкой материалов в газовой фазе, концентрация частиц в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 70-170 раз [Е.А. Колесников, Сборник «Перспективы развития фундаментальных наук», 2013].

При этом до сих пор международными законами, а также законами РФ не регламентированы вопросы защиты персонала при работе с наноматериалами в лабораториях [Головин Ю.И., Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2, 2012].

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСЛОИСТЫХ ДИСУЛЬФИДОВ ВОЛЬФРАМА И МОЛИБДЕНА

Петровичева Е.Е.

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

E-mail: greenMelman@mail.ru

Смазочные материалы на основе нанокристаллических дихалькогенидов имеют низкие значения коэффициента трения, которые обусловлены слоистой кристаллической структурой халькогенидов типа 2H-MoS₂.

В данной работе предлагается простой метод получения нанослоистых дисульфидов вольфрама и молибдена – самораспространяющийся высокотемпературный синтез из нанодispersных порошков вольфрама и молибдена и элементарной серы в атмосфере аргона. В качестве исходных реагентов использовались сера марки ОСЧ и нанодispersные порошки вольфрама и молибдена, полученные с помощью электрического взрыва проводников (ЭВП).

Нанодispersные порошки получали в установке по получению дисульфидов металлов методом СВС. Установка представляет собой герметичную стальную камеру, выдерживающую давление рабочего газа до 50 атм. К держателю образца подведена нихромовая спираль, соединенная с источником постоянного тока, обеспечивающая поджиг образца, и термопара, изготовленная из проводников вольфрам-ренийевых сплавов ВР-5 и ВР-20. Во время эксперимента горячий спай термопары помещался в отверстие, просверленное в образце, а холодные концы подсоединялись к осциллографу Tektronix TDS 2014В. Визуально процесс синтеза контролировался через смотровое окно и регистрировался видеокамерой с возможностью скоростной съемки.

Для трибологических исследований были подготовлены смазочные составы на основе нанослоистых дисульфидов вольфрама и молибдена. Также непосредственно перед тестом на трение приготавливались консистентные составы на основе литол-24 (ГОСТ 21150-87) и нанослоистых WS₂ и MoS₂. Трибологические исследования смазочных материалов на основе нанослоистых WS₂ и MoS₂ проводили на высокотемпературном трибометре PC-Operated High Temperature Tribometer ТНТ-S-AX0000, по методике «шар на диске». Износ тела трения изучали с помощью трехмерного бесконтактного профилометра Micro Measure 3D Station. В качестве тел трения использовались диски диаметром 30 мм и высотой 4 мм, материал – сталь 45. Шероховатость поверхности дисков R_a = 60 нм. Контртелом служил шар диаметром 3 мм из сплава ВК.

В ходе исследовательской работы было выявлено, что при введении в консистентные смазки (типа литол-24) 5% добавок НСП дисульфида вольфрама и молибдена приводит к существенному уменьшению степени износа трущихся деталей (до 98%).

ЕСТЬ ЛИ БУДУЩЕЕ У УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕМБРАН ВЫСОКОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ?

Петровичева Е.Е.

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

E-mail: greenMelman@mail.ru

В настоящее время мембранные процессы широко применяются для очистки веществ, природных и сточных вод, концентрирования и фракционирования промышленных жидких и газовых смесей. Мембранные методы лежат в основе создания многих принципиально новых технологических схем, в том числе, для использования вторичных сырьевых ресурсов и отходов производств.

В данной работе предлагается рассмотреть пользу и вред этих новых технологических процессов, для того, чтобы понять будут ли использоваться мембраны высокой селективности в будущем.

Начнем с того, что углеродные мембраны термически более стабильны, чем полимерные и могут работать при высоких температурах. Еще один положительный момент в том, что механическая прочность углеродной мембраны так же выше, чем полимерной, она выдерживает больший перепад давлений при той же толщине мембраны. Наконец, есть возможность создания приемлемых по цене мембран из материалов, выпускаемых в России.

В качестве недостатков отмечают:

- Загрязнения водных объектов минерализованными стоками в виде концентрированных осадков или рассолов;
- Необходимость захоронения отходов, получаемых в процессе дистилляции;
- Высокий расход энергии, обусловленный конструктивными особенностями установок и свойствами растворов.

Рассмотрев все достоинства и недостатки ответить на вопрос «есть ли будущее у углеродных нанотрубок для создания мембран высокой селективности?» затруднительно. Потому что в будущем нужно усовершенствовать эти технологии для того, чтобы не нанести вред окружающей среде.

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Поливанова А.С.

Научный руководитель: Доценко О.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры радиоэлектроники Томского государственного университета, г.Томск
E-mail: anyuta.poliwanowa@yandex.ru

Нанотрубки – одно из самых выдающихся открытий современной науки, которое сделал японский ученый Иджима в 1991 году, изучая осадок, который образуется на катоде при распылении графита в электрической дуге. На протяжении всех лет с момента открытия ученые исследовали как углеродные нанотрубки, так и их получение и применение.

Научно-техническая информация, посвященная изучению нанотрубок, в основном содержит данные по углеродным нанотрубкам. По данным базы Scopus [Scopus URL: <http://www.scopus.com/> (Дата обращения 20.03.2015)] 78% статей посвящено углеродным нанотрубкам и 22% – остальным видам нанотрубок. Причем число публикаций постоянно увеличивается. Выборка по областям знаний показывает, что лидирующее место занимают науки о материалах, физика, технические науки и химия. То есть научно-техническая информация посвящена процессам получения углеродных нанотрубок, а также исследованию физических и химических свойств, и возможности их использования в разнообразных научно-технических приложениях.

Углеродные нанотрубки достаточно широко применяются в различных областях науки и техники. Анализ информации, проведенной по ключевому слову «carbon nanotubes composite», показал, что лидирующее место по композитам на основе нанотрубок занимают науки о материалах, инженерия, химия и физика и астрономия.

Углеродные нанотрубки относятся к многофункциональным материалам. Эта форма углерода по своей структуре занимает промежуточное место между графитом и фуллеренами. Однако многие свойства углеродных нанотрубок не имеют ничего общего ни с графитом, ни с фуллеренами. Это позволяет рассматривать и исследовать нанотрубки как самостоятельный материал, который обладает только присущими ему физико-химическими характеристиками, а также композиционные материалы на их основе.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТРОННОГО ГА-ПОКРЫТИЯ, ТЕКСТУРИРОВАННОГО ВДОЛЬ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ (002)

Прямушко Т.С.

Научный руководитель: Сурменев Р.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры
теоретической и экспериментальной физики Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: tatyana.pryamushko@mail.ru

Целью настоящей работы являлось исследование влияния модификации поверхности титановой (Ti) подложки на основные химические и физико-механические свойства сформированного магнетронного ГА-покрытия.

Для эксперимента проведена двухступенчатая обработка Ti сплава ВТ1-0: пескоструйная обработка (ПО) корундом ($Al_2O_3=50$ мкм, $P=1$ МПа) с последующим химическим травлением (ХТ) во фторсодержащем растворе. На обработанных подложках сформировано ГА-покрытие методом ВЧ-магнетронного напыления: ВЧ-мощность 500 Вт, давление 0,4 Па, заземленный подложкодержатель, время напыления 480 мин, 10% H_2O паров в вакуумной камере [Surmeneva M.A., RSC Adv, 3, 2013].

В результате исследования морфологии и топографии, фазового и элементного анализа, механических свойств и смачиваемости образцов до и после напыления, было выявлено, что исходная топография подложки перед напылением значительно влияет на свойства сформированного ГА-покрытия. Напыленное ГА-покрытие (494,9-793,0 нм) повторяет профиль поверхности и незначительно снижает показатели шероховатости (с $R_a=1,0\pm 0,1$ мкм до $R_a=0,8\pm 0,1$ мкм). СЭМ анализ показал, что ГА-покрытие однородное, видимые механические трещины отсутствуют, наблюдаются только нечеткие границы зерен.

Расчет текстурных коэффициентов, проведенный по результатам РФА, показал, что рост покрытия происходит преимущественно в кристаллографическом направлении (002) ($TC_{002}=1,40\pm 0,01$, $TC_{112}=0,80\pm 0,05$, $TC_{300}=0,75\pm 0,05$).

Напыление ГА-покрытия привело к возрастанию твердости до $15,2\pm 0,7$ ГПа и модуля упругости до 147 ± 16 ГПа. Покрытие начинает разрушаться при нагрузке 3,14 Н, однако отслаивания покрытия при увеличении нагрузки до 5 Н не обнаружено.

Напыление ГА-покрытия также приводит к росту значения гистерезиса (до $\Delta\theta=36,55^\circ$) (угол натекания $\theta_{нат3}=87,1\pm 0,2^\circ$). Исходя из этого, можно предположить, что данное покрытие имеет высокую способность к смачиванию в динамике.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИАНИЛИНА И НАНОКОМПОЗИТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Пугачев А. Д.

Научный руководитель: Евстифеев Е.Н., д.т.н., профессор кафедры
 «Химия» Донского государственного технического университета,
 г.Ростов-на-Дону

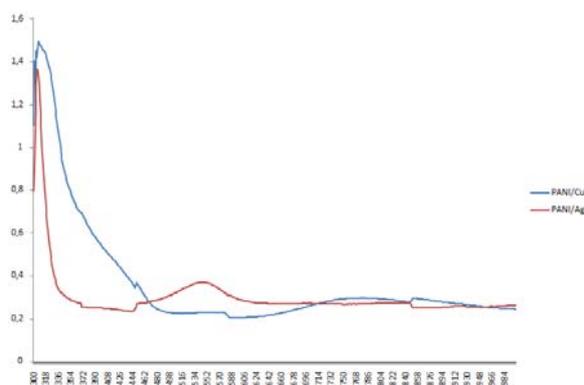
E-mail: artem_d_pugachev@mail.ru

В работе изучаются свойства полианилина и нанокomпозитов на его основе, полученных путем окислительной полимеризации. В качестве окислителей использовали персульфат аммония, хлорид железа (III) и бихромат калия в воде и водном растворе кислот концентрацией 0,1 М. Данные о выходе продукта и электропроводности в соответствии с используемым окислителем сведены в таблице.

Таблица

Окислитель	Выход полианилина, г	Среднее значение электропроводности, См/см
$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	5,150; 2,131(в HCl); 2,120(в H_2SO_4);	1,78; 12,94(в HCl), 20,24(в H_2SO_4);
FeCl_3	0,323; 0,575(в HCl);	1,13
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0,375; 2,292(в HCl);	$1,19 \cdot 10^{-2}$; 0,22(в HCl)

Оптические спектры поглощения композитов полианилина с серебром и медью (окислители AgNO_3 и CuCl_2) представлены на рисунке. Пики поглощения в области 300 нм характерны для π, π^* -электронных переходов бензольных колец с N-заместителем в окисленном и неокисленном состоянии полианилина. Для композита с медью этот пик несколько шире, что говорит о большей длине основной цепи полимера, чем в случае с серебром. Однако экситонные пики поглощения интенсивнее в случае серебра. Причем энергия связи экситонов для композита PANI/Ag составляет примерно 2,3 эВ, а для PANI/Cu около 1,6 эВ. Проводимость композита PANI/Cu составила 65 См/см, а композита PANI/Ag 150 См/см



Сопоставление значений электропроводности и оптических спектров свидетельствуют о том, что на перенос заряда больше влияет концентрация экситонов, т.е. пар электрон-дырка (протонированный азот в основной цепи полимера и анион), чем длина основной цепи полимера и сопряженные π -связи.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СИЛИКАТ – КАЛЬЦИЕВЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Пуговкина Ю.С.

Научный руководитель: Кутугин В.А., к.т.н., старший преподаватель
кафедры технологии силикатов и наноматериалов Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: button_tomsk@mail.ru

Теплостойкие материалы с температурой эксплуатации выше 500 °С представлены весьма ограничено. Силикат – кальциевые плиты датской фирмы «Skamol» превосходят по всем теплоэнергетическим характеристикам отечественные материалы, но их стоимость весьма высока за счет импорта. В силу того, что для производства подобных материалов используется дешевое и распространенное сырье, целью данной работы является исследование возможности получения силикат – кальциевых термостойких материалов на основе местного сырья.

Промышленные образцы были исследованы методом рентгенофазового анализа (РФА) и дифференциально – сканирующей калориметрии (ДСК). По результатам данных была выдвинута гипотеза разработки технологии: исследуемый материал можно получить при автоклавной обработке водной суспензии, приготовленной совместным помолом кремнезем содержащего компонента и извести.

Соотношение компонентов было принято 1:1 исходя из реакции образования ксонотлита $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. [Акатьева Л.В. Синтез и физико-химические свойства ксонотлита и волластонита // дис. на соискание ученой степени к.х.н., Москва, 2003 г.]. Наиболее удачные образцы исследовали методами РФА и ДСК. (рис.1)

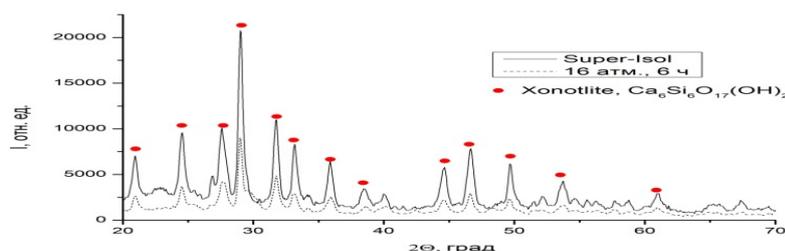


Рис. Результаты РФА Super-Isol и синтезированного при 16 атм. образца

Анализируя данные можно сделать вывод, что синтез силикат – кальциевых изделий необходимо проводить минимум при 16 атм. с тщательным измельчением сырьевых материалов [Хавкин Л.М., Технология силикатного кирпича, Москва, 1982 г.].

Силикат – кальциевые образцы, полученные по разработанной технологии, существенно превосходят по своим характеристикам выпускаемые в настоящее время российские материалы. Дальнейшее развитие данной технологии позволит получить сверхлегкие материалы с высокими прочностными характеристиками.

НАНОТРУБКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ращупкина Ю.С.

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

университета, г.Томск

E-mail: yulia994@list.ru

Применение наноматериалов для повышения функциональных свойств строительных материалов и изделий – является новым перспективным направлением в науке и наукоемком производстве. Углеродные нанотрубки представляют собой длинные углеродные цепи, более прочные, чем алмазные. Среди полезных и важных свойств углеродных нанотрубок, физики отмечают их исключительную прочность и легкость проведения по ним электронов. Использовать углеродных нанотрубок в строительстве, позволит создавать бетоны и смеси с повышенными прочностными характеристиками [Grigory Yakovlev, Procedia Engineering, 57, 2013].

Углеродные нанотрубки, обладающие высокими механическими характеристиками, рассматриваются как эффективное средство повышения физико-механических свойств композитных материалов. Они имеют свободные химические связи, поэтому могут обеспечивать лучшее сцепление бетонной смеси и заполнителя и, как следствие, повышать прочность материала. Так же нановолокна и нанотрубки могут играть роль армирующего материала из-за их высокой прочности и большого модуля упругости, а так же является центрами направленной кристаллизации [Жуков М.О., Молодой ученый, 5, 2012].

Применение наноматериалов в строительстве должно, с одной стороны улучшить свойства строительных, с другой стороны, придать им новые. С точки зрения преимуществ, нанотехнологии в строительстве, как в одной из 10 целевых отраслей применения нанотехнологий, способны решить многие проблемы развивающегося мира. Тем не менее, есть много примеров непреднамеренного вреда, наносимого окружающей среде изначально перспективными технологиями, что, несомненно, необходимо учитывать при развитии производства и внедрения углеродных нанотрубок [Елецкий А.В., Успехи физических наук, 167, 1997].

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМА СМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ КАРБИДА БОРА И ВОЛЬФРАМА

Ремизов И.И

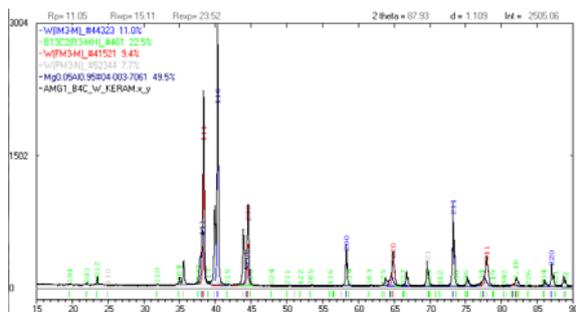
Научный руководитель: Петюкевич М.С., ассистент кафедры
наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: Hawjeke@yandex.ru

На сегодняшний день одним из распространенных способов создания наноструктурных композиционных материалов являются методы порошковой металлургии, к преимуществам которой можно отнести возможность тонкого регулирования свойств, структуры и фазового состава материалов за счет изменения типа и концентрации упрочняющей фазы, а также выбора в широком диапазоне параметров получения нанопорошков и компактов.

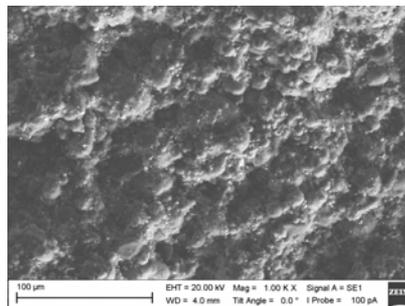
Проведённая работа предусматривала получение новых композиционных материалов на основе экологически безопасных радиационно-стойких алюминиевых сплавов и радиопоглощающих высокодисперсных порошковых материалов. Для изготовления композита были выбраны порошок алюминиевого сплава АМг6 в качестве материала матрицы, ультрадисперсный порошок карбида бора в качестве нейтронозащитного наполнителя и нанопорошок вольфрама в качестве дисперсного наполнителя для поглощения гамма и рентгеновского излучения. Была изготовлена смесь следующего состава: 65% АМг6+ 15%В₄С+20%W. Порошки смешивались в шаровой мельнице.

Анализ исходных порошков и смеси

Смесь и исходные порошки проанализировали на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-7500FA и рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-7000. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что в результате смешивания исходных компонентов новые фазы не образуются.



а



б

Рис. Результаты исследования порошковой смеси АМг6- В4С- W: а- методом рентгеновской дифракции, б – методом ЭМ.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЛЕГИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ ТИТАНОМ ЭЛЕКТРОННО-ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

Рыгина М.Е.

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

университета, г.Томск

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

Легирование алюминия титаном является перспективным направлением. Ионно-электронно-плазменный метод позволяет сформировать на поверхности интерметаллидные фазы, обладающие уникальными свойствами. Цель работы – анализ структуры и прочностных свойств поверхностного слоя алюминия, легированного титаном путем обработки системы пленка (Ti)/(Al) подложка высокоинтенсивным импульсным электронным пучком.

Модификацию системы пленка/подложка (толщина пленки 0,5 мкм) проводили интенсивными импульсным электронным пучком на установке «СОЛО»; плотность энергии пучка электронов E_S 10 Дж/см² и 15 Дж/см², частота следования импульсов 0,3 с⁻¹, число импульсов облучения изменяли в пределах от 3 до 30; длительность воздействия пучка электронов 50 мкс, энергия ускоренных электронов 18 кэВ.

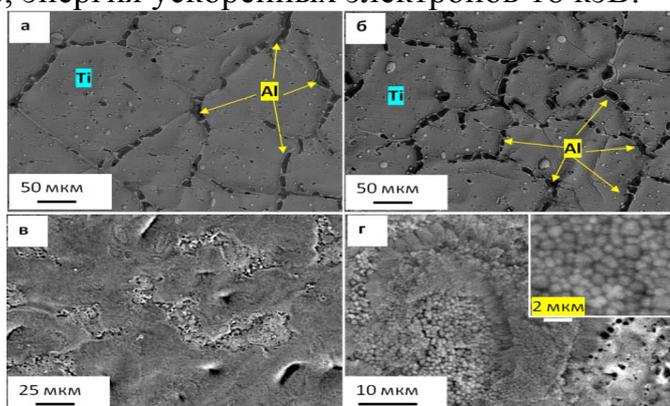


Рис. Структура поверхности системы пленка/подложка, облученной электронным пучком с параметрами а – 10 Дж/см², 10 имп.; б – 15 Дж/см², 3 имп.; в, г – 15 Дж/см², 30 имп.

При облучении электронным пучком с плотностью энергии пучка электронов E_S 10 Дж/см² (10 имп.) и 15 Дж/см² (3 имп.) пленка титана, нанесенная на поверхность алюминия, сохраняется, однако фрагментируется микротрещинами (рис. 1, а, б). Увеличение количества импульсов воздействия с 3 до 30 при $E_S = 15$ Дж/см² приводит к формированию структуры островкового типа (рис. 1, в, г).

Трибологические испытания показали, что наилучшие результаты выявляются при облучении системы пленка/подложка электронным пучком с параметрами 15 Дж/см², 3 имп., 50 мкс, 0,3 с⁻¹. Анализ микротвердости выявил существенное (более чем в 3 раза) увеличение твердости материала при облучении системы пленка/подложка электронным пучком с параметрами 15 Дж/см², 30 имп., 50 мкс, 0,3 с⁻¹.

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА

Рябкина А.Н.

Научный руководитель: Задошенко Е.Г., д.т.н., доцент кафедры
«Химия» Донского государственного технического университета,
г.Ростов-на-Дону

E-mail: styusha.kinski@yandex.ru

В настоящее время создание новых магнитных наноматериалов [Пул, Ч. Оуэнс, Ф. Нанотехнология (Мир материалов и технологий): учеб. пособие / Ч.Пул, Ф. Оуэнс: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2004.- 327 с.] является наиболее развиваемым направлением современной науки и техники. Появляются новые перспективные возможности использования магнетита в качестве добавки к смазочным материалам. Создание смазочных материалов на его основе и изучение особенностей поведения таких смазок в трибоконтате является актуальным. Поэтому целью работы является изучение триботехнических свойств смазочных композиций на основе смазки ЦИАТИМ-201 и синтезированных наночастиц магнетита.

Наночастицы магнетита синтезировали методом химической конденсации, предложенным Элмором [Elmore W.C. Physical Review. 1938, 54, Martinez-Mera I., Materials Letters. 2007, 61,]. Для уточнения состава синтезированного магнетита был проведен рентгенофазовый анализ который показал, что в процессе синтеза была получена ферромагнитная жидкость содержащая магнетит Fe_3O_4 . Синтезированные частицы магнетита исследовались методом седиментационного анализа и первичными кластерами магнетита являются кластеры с размером до 64 нм.

На основе смазки ЦИАТИМ-201 приготавливали смазочные композиции с содержанием 0,1 и 5% масс. наночастиц магнетита. Трибологические исследования смазочных композиций проводили по ГОСТу 9490–75 [ГОСТ 9490-75. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине. – Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 5 с.]. Исследования показали, что введение магнетита в ЦИАТИМ-201 способствует улучшению противоизносных и противозадирных свойств в смазках. Смазочные композиции с содержанием магнетита 0,1% масс. обладают высокими противозадирными и противоизносными свойствами. С увеличением содержания магнетита в смазках наблюдается эффект снижения их противоизносных свойств.

ОТХОДЫ НАНОПРОИЗВОДСТВА, КАК ИСТОЧНИК ВЫДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ **Саркисян С.С.**

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: waper94@gmail.com

Как известно, в последнее время наблюдается интенсивный рост производства и применения продуктов с наночастицами, что естественным образом может стать еще одним источником выделения веществ загрязняющих окружающую среду.

Британские ученые Вайлд и Джонс доказали, что углеродные нанотрубки могут повреждать корни растений и позволять им впитывать вредные вещества, фуллерены могут повреждать ткани рыб и других живущих в воде созданий.

Источниками выделения наночастиц являются производства: косметики, красок, покрытий, присадок к топливу, пищевой упаковки, фармацевтических препаратов, агрохимия, обработка воды и другое.

Проведенный анализ, проводимый как оценка отношения наночастиц выделившихся в окружающую среду к тому количеству, которое может вызвать токсикологические эффекты, показал, что для Швейцарии и окружающих стран выделение наночастиц в воздух пренебрежимо мало.

Выделение наночастиц в воду и почву может представлять угрозу, если провести оценку для оксида титана; оценка для углеродных нанотрубок показала что они все либо сжигаются, либо отправляются на повторное использование, наночастицы серебра при прохождении очистных сооружений для воды любого типа уменьшают свою концентрацию более чем в 200 раз и перестают представлять опасность для людей и животных. Следовательно, выделение углеродных нанотрубок и наночастиц серебра безопасно, выделение оксида титана наноразмерного может представлять опасность, если это не контролировать.

Сделан вывод о том, что хоть на данный момент времени это выделение абсолютно безопасно для окружающей среды, в будущем из-за роста производства и использования наночастиц возможен рост выделения в окружающую среду и появление опасных эффектов, а значит необходим контроль выделения для сохранения только положительного эффекта от внедрения наноматериалов в нашу жизнь.

О ВЛИЯНИИ ВИДА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА НА ОКРАСКУ ГЛАЗУРИ

Черепанова А.И.

Научный руководитель: Хабас Т.А., д.т.н., профессор кафедры
технологии силикатов и наноматериалов Томского политехнического
университета, г.Томск

E-mail: ai_cherpanova@mail.ru

Нанотехнология является одним из приоритетных направлений развития современной науки. Ежегодно происходят революционные изменения в различных сферах технологий: электронике, механике, медицине, химии, использующих вещества и материалы, размеры которых не превышают 100 нм. Яркими примерами данных материалов являются металлы Cu, Fe и их оксиды.

Использование наночастиц меди, чаще всего обусловленное его антибактериальными свойствами, нашло широкое применение в хирургии [Алексеева, Т.П. Матер. IV Междунар. науч. конфер. ФМНН2010]. Интересным применением нанопорошков железа считаются устройства для записи данных сверхвысокой плотности [Qina D.-H., Applied Surface Science, 2005, 239].

В качестве компонентов керамических красок данные нанопорошки до сих пор не были опробованы, хотя их свойства – большая удельная поверхность, химическая активность в определенных температурных интервалах, предполагают возможность получения необычных цветовых эффектов. Поэтому целью данной работы является изучение влияния нанопорошков меди и железа на окраску глазурованной поверхности.

В качестве образцов для исследований были взяты нанопорошки меди и железа, полученные методом ЭВП [3]. На представленных микрофотографиях, можно заметить большую агломерацию наночастиц, размеры которых составляют 50-80 нм. По данным ZAF Method Standardless Quantitative Analysis элементное соотношение в нанопорошке железа 98,16% Fe и 1,84% кислорода; в нанопорошке меди - 91,45% Cu и 8,55% O.

Нанопорошки металлов смешивали с бессвинцовой фриттой в различных соотношениях и формовали образцы цилиндрической формы. Обжиг проводили в вакууме при 920⁰С (скорость увеличения температуры 60⁰С/мин, выдержка 120 с). Полученные образцы имеют различные оттенки: изумрудного (меди) и бордового (железа) с длинами волн от 494 до 591 нм. С увеличением концентрации нанопорошков увеличивается интенсивность окраски.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАТВЕРДЫХ ФУЛЛЕРИТОВ

Шамиева А. Р.

Научный руководитель: Годымчук А. Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: shamieva_nastya@mail.ru

Одним из современных направлений научных исследований, нацеленным на создание базиса для инновационных решений в промышленности, является создание нового класса сверхтвердых и ультратвердых материалов, а также новых функциональных наноматериалов, модифицированных углеродными нанокластерами. Подобные материалы являются не только объектами научного интереса в нескольких смежных областях, но и могут обладать важными прикладными свойствами, такими, как рекордная твердость и износостойкость, высокие значения отношения прочности к плотности, прочности к удельному сопротивлению и другие [V.Blank. Diamond and Related Material, 1998].

Целью данной работы являлось показать области применения ультратвердых фуллеритов.

В ходе изучения литературы было выяснено, что ультратвердые фуллериты намного тверже алмаза: его показатель твердости колеблется в пределах 150-300 ГПа по сравнению с 70-150 ГПа у натуральных алмазов [V. Blank, Physics Letters A, 1994].

Индентор Виккерса («твёрдомер») изготовленный из ультратвёрдого фуллерита, превосходит по характеристикам и сроку службы алмазный индентор [M.Porov. Carbon (2014)].

Тем не менее широкого применения ультратвёрдые фуллериты до сих пор не получили, поскольку нет способов, позволяющих синтезировать их в промышленных масштабах. Это связано с технологическими трудностями: для синтеза ультратвёрдого фуллерита требуется очень высокое давление — не менее 13 ГПа, или почти 130 тысяч атмосфер. [V.D. Blank. Carbon, 1998].

С практической точки зрения он интересен не только специалистам по обработке металлов и других материалов, но и для научных исследований, прежде всего для измерения твёрдости сверхтвёрдых материалов и того же алмаза.

Отечественная технология производства ультратвердых фуллеритов через несколько лет будет готова к применению в промышленности. Новый материал найдет широчайшее применение: от микроэлектромеханических систем, до инструментов для резки и заточки.

Таким образом, проведенный литературный обзор показывает, что область применения ультратвердого фуллерита очень широка.

Секция 2 «Методы исследования и изготовления функциональных материалов»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСЛОИСТЫХ ДИСУЛЬФИДОВ МОЛИБДЕНА ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ

Айткалиева С.М.

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

E-mail: aitkalieva_samal@mail.ru

Данная работа посвящена исследованию слоев дисульфидов молибдена полученных методом Золь-гель технологии. Синтез сульфид молибдена был получен медленным осаждением (в течение 2 часов) гидроксида молибдена из водного 0,001 М раствора MoSO_2 и раствора гидроксида натрия, при постоянном перемешивании на магнитной мешалке. В результате синтеза образовывалась устойчивая суспензия оксигидроксида молибдена, возникающая в результате медленно протекающих химических реакций [Ray S.C., Journal of materials science letters, 19, 2000].

Частицы обработанных дисульфидов молибдена, осажденных на кремниевой подложке, представляют собой нанослойный порошок и имеют сферическую форму. Распределение по размеру частиц имеет бимодальное распределение: от 0,1 до 0,2 мкм с максимумом на 0,15-0,18 мкм; от 0,4 до 5,0 мкм с максимумом на 3,0 мкм.

Из рентгенограмм видно, что увеличение содержания серы в шихте при синтезе наноструктурного дисульфида молибдена снижает скорость и максимальную температуру горения и при избытке серы более 15 % мас. в продукте наблюдается в основном фаза гексагонального дисульфида молибдена.

Согласно данным рентгенофазового анализа, частицы дисульфидов имеют вытянутую форму, слоистую структуру, а основными фазами являются гексагональный дисульфид с пространственной группой симметрии $R\bar{6}_3/mmc$. Параметры кристаллической решетки для гексагонального MoS_2 $a = 3.161 \text{ \AA}$, $c_1 = 12.27 \text{ \AA}$, и ромбоэдрического $c_2 = 18,35 \text{ \AA}$.

Исходя из полученных исследований видно, что в результате предложенной методике образуется дисульфиды молибдена при наличии остаточных количеств оксида молибдена. Данный состав полученных образцов имеет перспективы для получения фотовольтаических элементов на их основе.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ $Al_2O_3-TiO_2$

Аникеев А.С.

Научный руководитель: Блинков И.В., д.т.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

НИТУ «МИСиС», г.Москва

E-mail: andrey.anikeev.93@mail.ru

Повышение надежности и долговечности машин путем повышения износостойкости – одна из задач современного развития машиностроительной отрасли.

В настоящее время ведется много исследований по разработке и совершенствованию износостойких покрытий с целью увеличения срока службы, трущихся частей машин. Данные исследования помогут существенно снизить материальные, энергетические и трудовые затраты, связанные с формированием упрочняющих покрытий и последующей их эксплуатацией.

Результатом данного исследования будет отработка режимов газопламенного напыления на примере износостойкого керамического покрытия $Al_2O_3-TiO_2$, которое используется для повышения срока эксплуатации трущихся частей машин и механизмов в горно-обогатительной промышленности. В работе изучено влияние параметров нанесения покрытия. Выбран оптимальный режим напыления, позволяющий использовать данное керамическое композиционное покрытие $Al_2O_3-TiO_2$ для упрочнения трущихся деталей машин и механизмов. Также он дает возможность заменить плазменный метод напыления высокотвердых износостойких покрытий на пламенный за счет возможности образования в процессе пламенного напыления $Al_2O_3-TiO_2$ легкоплавкой эвтектики (температура плавления $1877^\circ C$). Это позволит снизить энергозатраты на нагрев напыляемого материала до температуры плавления при пламенном напылении по сравнению с плазменным. Поскольку нагрев до температуры плавления напыляемых материалов является обязательным условием формирования качественных как пламенных, так и плазменных покрытий. При этом твердость сформированных покрытий будет сопоставима значениям характерным для используемых в настоящее время упрочняющих плазменных покрытий WC-Co, Al_2O_3 .

ФОРМИРОВАНИЕ АССИМЕТРИЧНЫХ ТРЕКОВЫХ ПОР В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ, ОБЛУЧЕННЫХ ИОНОМ АРГОНА

Ахметшарипова Т.К., Дюсембекова А.А.

Научный руководитель: Сохорева В.В., старший научный сотрудник
кафедры технической физики Томского политехнического
университета, г.Томск

Email: Tamina.Akhmetsharipova@mail.ru

Фильтрация представляет собой эффективный путь достижения чистоты технологических сред. Среди фильтрующих материалов, используемы в этом процессе, важное место занимают Трековые мембраны (ТМ), изготавливаемые облучением полимерных пленок пуском заряженных частиц и последующим химическим травлением материала области треков этих частиц до получения сквозных пор [Сохорева В.В., Изв. Вузов. Физика, 2007, 5]. Создание ассиметричных трековых мембран (АСТМ) с диаметрами пор 0,2 мкм для прецизионной фильтрации растворов солей и биологических жидкостей является актуальностью работы. В работе использованы ТМ, изготовленные из двухосноориентированной полиэтилентерефталатные пленки (ПЭТФ). На основе, проведенных исследований созданы образцы химически стойкой ТМ. Структура пористой мембраны формировалась при облучении ПЭТФ пленкой $^{40}\text{Ar}^{+8}$ с энергией 41 МэВ с последующей термической предобработкой и химическим травлением. ТМ на основе ПЭТФ может быть использована для разделения солей сольватированных ионов, для биосенсоров применяемых в анализе малых количеств биологических жидкостей.

В данной работе представлены результаты исследования возможности синтеза АСТМ на матричной трековой основе пленок ПЭТФ, облученных ионами аргона [Флеров Г.Н., Вестник АН СССР, 1984, 1]. Для решения этой задачи использованы методы облучения мембранных матриц ПЭТФ $^{40}\text{Ar}^{+8}$, катодное распыление, магнетронное распыление, резерфордовское обратное рассеяние, одностороннее и двустороннее травление.

Исследованные поверхностные свойства АСТМ после обработки в плазме и после прививки мономеров наблюдались на сканирующем электронном микроскопе. Наблюдается уменьшение размеров пор за счет увеличения толщины привитого слоя на стенках цилиндрических отверстий.

СОЗДАНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕНОСПЛАВОВ

Безгинов Р.О.

Научный руководитель: Кректулева Р.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры
оборудования и технологии сварочного производства Томского
политехнического университета, г.Томск

E-mail: Pro-6@yandex.ru

Перспектива применения пеносплавов обещает быть весьма привлекательной в таких отраслях промышленности, как строительство, самолетостроение, наземный и водный транспорт, станкостроение и других. На сегодняшний день существенным сдерживающим фактором, препятствующим активному применению металлических пеноматериалов, является проблема их соединения в одно целое. Традиционные методы сварки плавлением, широко применяемые во всем мире благодаря наличию достаточно совершенного и универсального оборудования, при сварке металлических пеноматериалов вызывают определенные трудности у профессионалов из-за недостатка теоретических и практических исследований в данной области.

В настоящей работе приводятся результаты численных и экспериментальных исследований, которые позволили установить характерные особенности и устранить основные проблемы сварки плавлением пеноматериалов. Это оказалось возможным благодаря применению методов CAD/CAE/CAM проектирования технологических процессов сварки плавлением. Разработаны способы электронного проектирования (CAD) градиентных материалов с учетом геометрии пор и их распределения в объеме материала. Модули CAE применили для расчетов технологических процессов сварки, что в конечном счете позволило создать информационную среду для подсистемы CAM - технологической подготовки производства. На основе численных расчетов выявлены закономерности и определены режимы, при которых возможно формирование сварных соединений как пеноматериалов между собой, так и пеноматериалов со сплошными материалами. Установлено влияние размера пор на тепловые процессы при сварке и свариваемость конкретных пеноматериалов. По результатам компьютерных расчетов были проведены реальные физические эксперименты, подтвердившие достоверность и обоснованность предложенных методов проектирования. Определены технологические режимы, при которых можно обеспечить свариваемость пеноматериалов в широком интервале изменения пористости и на их основе создавать материалы и конструкции с новыми функциональными возможностями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №13-08-00092.

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Бехтерева А.И.

Научные руководители: Ефименко С.В., к.т.н., доцент кафедры автомобильные дороги Томского государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск

Сухоруков А.В., аспирант кафедры автомобильные дороги Томского государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск

E-mail: bekhtereva.alena@mail.ru

Недостаточный учёт особенностей природно-климатических условий учёт нормами проектирования автомобильных дорог, например, в западно-сибирском регионе, обуславливает снижение их эксплуатационной надёжности, а также провоцирует необходимость значительных затрат на приведение земляного полотна и дорожных одежд в требуемое по условиям движения состояние.

При формировании действующих норм проектирования автомобильных дорог, в основном учтены результаты исследований отечественных учёных на сети автомобильных дорог европейской части Российской Федерации. Полученные ими сведения, были обобщены и документально оформлены в виде требования и рекомендаций, распространяющихся и на другие территории, характеризующиеся особенностями климата и природы, имеющими существенные различия по индивидуальным показателям.

По данным лабораторного изучения, гранулометрического состава глинистых грунтов, западно-сибирского региона, установлено, что содержание пылеватых фракций для супесей составляет до 81,63%, для суглинков до 82,28%. Содержание глинистых фракций для супесей находится в пределах 3,05 – 20,32%, а для суглинков 2,47 – 26,11% [Ефименко, 2006]. Для территории Юга европейской части России, например, в Саратовской, Самарской областях и Предкавказье, зафиксировано содержание пылеватых фракций в объёме не менее 25%, а содержание глинистых фракций, редко бывает ниже 50% [Коробкин, 1993]

Приведённые сведения показывают, что, различные возраст, генезис поверхностных отложений, избирательность процессов выветривания при формировании покровных пород обуславливают особенности и различия в составе, состоянии, структуре, текстуре пород слагающих верхний горизонт Западно-Сибирской низменности и некоторых районов Европейской части России. Такие расхождения свидетельствуют о необходимости проведения исследований по обоснованию расчётных значений грунтов, применяемых при проектировании дорожных одежд автомобильных дорог для конкретных регионов.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПАЛЫГОРСКИТА

Бородина А.И.

Научные руководители: Небера Т.С., к.г.-м.н., инженер-исследователь
Томского государственного университета, г.Томск

Борозновская Н.Н., к.г.-м.н., старший научный сотрудник кафедры
минералогии и геохимии Томского государственного университета,
г.Томск

E-mail: Anastasiya_borodina@sibmail.com

Палыгорскит (П) - глинистый минерал, водный алюмосиликат магния ленточно-слоистой структуры $(Mg,Al)_2Si_4O_{10}(OH) \cdot 4H_2O$. Несмотря на обширную область применения (в строительстве, нефтехимической, металлургической и атомной промышленности), минерал не до конца изучен и трудно диагностируем. Целью работы является исследование ряда физических свойств П. Изучалась глинистая составляющая осадочных пород коллекторов Южно-Песцовой нефтегазоносной площади, содержащая П. Рентгеновская дифрактометрия проводилась на рентгеновском дифрактометре XPerf PRO с шагом около 0.02 в интервале 4-60 град. Спектры рентгенолюминесценции (РЛ) снимались в диапазоне длин волн (200-600 нм) с помощью монохроматора МДР-12. Источником возбуждения люминесценции служила рентгеновская трубка БСВ 2 от аппарата УРС-55 с Мо-антикатодом.

Рентгенография – Диагностика П достаточно сложная. Этот минерал образует одно интенсивное отражение – 10,4-10,5 Å, а другие (4,46; 3,67; 3,23) в несколько раз слабее. Для точной диагностики производилось нагревание пробы в течение 2 часов при 550⁰С, что приводит к полной разупорядоченности структуры палыгорскита. На рентгенограмме остается широкий рефлекс в области 9,2-10,2 Å, а остальные рефлексы исчезают.

Рентгенолюминесценция – Впервые получены спектры РЛ палыгорскита в диапазоне длин волн 280-420 нм с максимальным излучением при $\lambda = 345$ нм. Исходя из формулы палыгорскита, можно предположить, что частичные изоморфные замещения Si на Al в тетраэдрической координации могут приводить к возникновению нескомпенсированных электрических зарядов. Замещение способствует образованию центров люминесценции на базе кремне- и алюмоокислородных тетраэдров. В зависимости от степени кристалличности, структурой упорядоченности, степени проявления изоморфизма РЛ в глинистых минералах имеет различный характер. Проведенные исследования показали необходимость комплексного подхода при изучении глинистого материала.

*Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ,
ГЗ №2282*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОФОСФОРОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТА КАЛЬЦИЯ

Ботвина Т.М.

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

E-mail: shaldyata@mail.ru

Данная работа посвящена определению оптимальных параметров синтеза люминофора, на основании исследований влияния условий получения алюмината кальция на изменение фазового состава, кристаллической структуры, равномерность распределения частиц по размерам и степень их сформированности. Данные показатели оценивали с использованием термического анализа (ТА), рентгенофазового анализа (РФА) и растровой электронной микроскопии (РЭМ) соответственно.

При синтезе алюмината кальция мы исследовали влияние двукратного увеличения количества вводимого моногидрата лимонной кислоты и добавления агента поликонденсации – этиленгликоля Eg. Таким образом, получили четыре системы с мольным соотношением исходных компонентов $Ca^{2+} : Al^{3+} : H_4Cit : Eg$ равном 1:2:3:0; 1:2:3:1,5; 1:2:6:0; 1:2:6:1,5 соответственно. Кроме того, согласно результатам ТА, мы предположили, что изменение температуры отжига тоже оказывает влияние на кристаллическую структуру алюмината кальция.

Исходя из результатов РФА и РЭМ установили что:

- 1) Образец с мольным соотношением реагентов равном 1:2:6:0, отожженный при 900°C, имеет гексагональную сингонию. При увеличении температуры отжига до 1000°C наблюдается полиморфный переход в наиболее устойчивую моноклинную модификацию, остальные образцы имеют ромбическую сингонию, независимо от температуры отжига;
- 2) Температура отжига в 1000°C способствует лучшей сформированности частиц и равномерному распределению по размерам зерна, что является важным свойством для синтеза люминесцентного материала. Поэтому люминофор мы получали при данной температуре.

Люминофор синтезировали путем добавления в рассмотренные ранее системы оксида европия(III), растворенного в концентрированной азотной кислоте. На спектрофлуориметре исследовали люминесцентные свойства алюмината кальция, активированного ионами Eu^{3+} . По полученным спектрам установили, что максимальная интенсивность излучения наблюдается при 616 и 588 нм, это соответствует красной части спектра. Образец, содержащий одновременно избыток лимонной кислоты и этиленгликоль, имеет лучшее разрешение полос излучения.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТА КАЛЬЦИЯ-МАГНИЯ

Гавриленко Е.А.

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

E-mail: gavrilenko2470@gmail.com

Алюминаты щелочноземельных металлов, активированные редкоземельными элементами применяются в качестве люминофоров, отличающихся длительным временем послесвечения, поэтому получение новых люминофорных композиций и оптимизация процесса их синтеза являются актуальными задачами в настоящее время.

Цель нашей работы заключалась в синтезе сложного гексагонального алюмината кальция-магния с различными количествами активирующего агента, установлении наличия люминесцентных свойств у образцов при помощи спектрофлуориметра SM 2203 и анализа влияния концентрации РЗЭ на интенсивность свечения. Также была исследована морфология поверхности продуктов и характер распределения элементов с применением растрового электронного микроскопа Hitachi TM 3000 с приставкой для энергодисперсионного анализа Quantax 70.

Для синтеза образцов состава $\text{Ca}_{1-x}\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : x\text{Eu}^{3+}$ с $x = 0.1$ и $0,01$ были взяты кристаллогидраты нитратов кальция, магния, алюминия, лимонной кислоты и оксида европия с учетом стехиометрии в соотношениях $n(\text{Ca}^{2+}) : n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{H}_4\text{Cit}) : n(\text{Eu}^{3+}) = 0,9 : 1 : 10 : 12 : 0,1$ и $n(\text{Ca}^{2+}) : n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{H}_4\text{Cit}) : n(\text{Eu}^{3+}) = 0,99 : 1 : 10 : 12 : 0,01$. Навески оксида европия предварительно растворяли в 5 мл азотной кислоты и затем добавляли в общую для каждого образца реакцию смесь, которую перемешивали в течение 90 минут на магнитной мешалке. Полученные гомогенные растворы упаривали в сушильном шкафу 5 ч при 130°C и прокаливали в муфельной печи при 1200°C в течении 5+4 ч.

Соединение	Длина волны, нм
$\text{Ca}_{0,99}\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : 0,01\text{Eu}^{3+}$	596, 620, 686
$\text{Ca}_{0,9}\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : 0,1\text{Eu}^{3+}$	598, 618, 652, 686

Исследования показали, что оба образца при $\lambda_{\text{возб}} = 304\text{нм}$ имеют пики, принадлежащие красно-оранжевой области

спектра, причем свечение образца с большей концентрацией активатора оказалось интенсивнее. Образцы представляют собой агломераты сросшихся частиц, различных по размеру с равномерным распределением элементов.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕССА В ДЕФИЦИТЕ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА

Глик П.А.

Научный руководитель: Ивашкина Е.Н., д.т.н., профессор кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: glik.pavel@mail.ru

Эксплуатация реактора дегидрирования при мольном соотношении водород/сырье равном 6/1 позволила снизить расходы на водородсодержащий газ (ВСГ), дефицитный ресурс на любом НПЗ. При этом удалось увеличить производительность установки по олефинам и при балансе деминерализованной воды и ВСГ сохранить ресурс работы катализатора на прежнем уровне (12 месяцев).

Ранее, при работе реактора при мольном соотношении водород/сырье – 7-1, проводился окислительный выжиг кокса с поверхности катализатора, таким образом, однократная регенерация катализатора обеспечивала дополнительный ресурс катализатора (1 год). Следует отметить, что на регенерированном катализаторе качество получаемых олефинов в смеси с ароматическими и диеновыми углеводородами было крайне низким.

Целью работы явилось исследование катализатора дегидрирования на возможность к регенерации и целесообразность проведения окислительного обжига. При снижении мольного соотношения водород/сырье оказалось, что регенерация катализатора является нецелесообразной, поскольку результаты рентгенофазового анализа (РФА) показали, что концентрация гамма модификации Al_2O_3 в составе катализатора снижается на 75 %, с 82,5 % масс. до 20,5 % масс. Причем рекристаллизованная с оксидами кремния и магния фаза оксида алюминия в результате окислительного обжига не распадается на чистые фазы.

Таким образом, на поверхности катализатора в результате окислительного выжига кокса остается порядка 0,2 – 0,3 % масс. графитированного кокса, а кислотные свойства катализатора (определяемые наличием свободной фазы оксида алюминия в гамма модификации) не регенерируются, поэтому для регенерированного катализатора с целью обеспечения требуемой производительности необходима подача избытка дем. воды, что в свою очередь приводит к реакциям крекинга углеводородов в газовой фазе реактора. На основании результатов РФА, термогравиметрического анализа (ТГА) и ИК-спектроскопии, оказалось, что регенерация катализатора является нецелесообразной с точки зрения качественных и количественных показателей.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ПУЧКА ЧЕРЕЗ КОЛЛИМАТОРЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Данилова И.Б.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., ассистент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: irisna2809@gmail.com

На сегодняшний день рентгеновские источники нашли широкое применение как в медицине, так и в промышленности. Одной из сфер применения является неразрушающий контроль. Зачастую при проведении радиографических исследований необходимо иметь четкое представление о параметрах рентгеновского пучка и уметь управлять ими. Известно, что численное моделирование позволяет провести более быструю оценку параметров рентгеновского пучка в сравнении с экспериментальными измерениями. Как следствие, разработка теоретической модели рентгеновского пучка является актуальной задачей.

В данной работе разработана модель пучка импульсного рентгеновского генератора РАП-160-5 в программе "Computer Laboratory (PCLab)". Для разработки модели были использованы следующие параметры импульсного рентгеновского генератора РАП-160-5: размер фокусного пятна – $1,2 \times 1,2$ мм; угловая расходимость пучка – 40° ; анодное напряжение варьируется от 40 до 160 кВ; материал анода – медь.

На первом этапе был проведен сравнительный анализ расчетных профилей рентгеновского пучка с данными полученными экспериментально. На следующем этапе была проведена теоретическая оценка коллимированного рентгеновского пучка. Материалы коллиматора (длина коллимационного канала – 5 мм и 20 мм; диаметр отверстия – 30 мм): гипс, нанокерамика, свинец. В результате работы была проведена оптимизация геометрических размеров коллиматоров для рентгеновского пучка с энергией 70 кэВ.

Расчетные данные показывают возможность применения данной программы для анализа рентгеновского пучка. Полученные результаты позволяют модифицировать пучок в соответствии с конкретными задачами, используя коллимационные устройства. В дальнейшем необходимо провести экспериментальную апробацию полученных расчетных данных коллимированного рентгеновского пучка.

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ НА ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ ПВДФ

Дюсембекова А.А.

Научный руководитель: Сохорева В.В., старший научный сотрудник
кафедры технической физики Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: aad38@tpu.ru

Образование свободных радикалов в полимере является процессом деструкции в качестве метода модификации полимерных материалов. Свободный радикал – вид молекулы или атома, способный к независимому существованию и имеющий один или два неспаренных электрона, способные значительно усилить реакционную способность.

В данной работе проводилась радиационная деструкция полимерной пленки – поливинилиденфторид (ПВДФ) для образования в ней свободных радикалов. Рекомбинация макрорадикала в конечном счете приводит к образованию разветвленного и сшитого полимера [Головков В.М., Известия Вузов. Физика, 2013, 54].

ПВДФ облучался тремя видами ионизирующего излучения: ионами гелия с энергией 27 МэВ, постоянным пучком электронов с энергией 2 МэВ и импульсным электронным пучком с энергией 500 кэВ. Время облучения и ток выбирались таким образом, чтобы доза ионизирующего излучения приблизительно была одинаковая. Доза варьировалась от 0,5 до 1,5 МГр. Облучение проводилось методом «пост-эффекта».

Наличие свободных радикалов установили с использованием УФ- и ИК-спектрального анализа, а выход определяли методом электронного парамагнитного резонанса, основанный на образовании спиновых аддуктов. Большое количество радикалов образовалась при облучении ионами гелия, так как они обладают более высокой степенью ионизации. [Sohn J.-Y., Radiation Physics and Chemistry, 2012, 81].

Данное исследование позволяет разработать метод модификации пленок ПВДФ для придания ему протонпроводящих свойств и использования в качестве функциональной мембраны.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕЙ ГАММА-ИСТОЧНИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Жаксыбаева Г.К.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., ассистент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: gulnur-1211@mail.ru

Одним из наиболее универсальных и информативных методов неразрушающего контроля является радиационный контроль, занимающий ведущее место в неразрушающем контроле материалов и изделий. Радиационная дефектоскопия – это совокупность методов контроля качества путем просвечивания материалов и изделий различными видами ионизирующего излучения. На сегодняшний день существует широкий спектр различных источников гамма-излучения, которые широко применяются как в сферах неразрушающего контроля, так и при проведении медицинских обследований. Однако на большинство методов наложены ограничения связанные с дозовыми нагрузками на изучаемые объекты, особенно в случаях исследования биологических объектов.

Для качественного проведения рентгенографического исследования необходимо иметь точное представление о пространственных дозиметрических характеристиках источников гамма-излучения. Как следствие анализ данных параметров имеет высокую практическую ценность.

Целью данной работы являлась оценка дозовых характеристик импульсного рентгеновского генератора РАП-106-5 и импульсного тормозного излучения бетатрона ОБЬ-4.

В рамках данной работы проведена оценка дозовых нагрузок от импульсного рентгеновского генератора РАП-160-5 в низкоэнергетическом диапазоне с помощью термолюминесцентных дозиметров ДТЛ-02, дозиметра-радиометра ДКС-96, сцинтилляционного дозиметра ДРГЗ-04, универсального дозиметра UNIDOS E в комплекте с плоскопараллельной ионизационной камеры типа 23342; проведен анализ пространственного распределения мощности дозы импульсного рентгеновского генератора РАП-160-5.

В данном исследовании были измерены дозовые характеристики импульсного тормозного излучения бетатрона ОБЬ-4 с использованием термолюминесцентных дозиметров ДТЛ-02 и универсального дозиметра UNIDOS E в комплекте с цилиндрической ионизационной камеры типа 30013.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ КЛЕТОЧНО-ТКАНЕВЫХ ИМПЛАНТАТОВ ПРИ ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ

Жердева Л.А.

Научный руководитель: Тимченко Е.В., к.ф.-м.н., доцент кафедры лазерных и биотехнических систем Самарского государственного аэрокосмического университета имени С.П. Королева, г. Самара
E-mail: retuo@mail.ru

В настоящее время клеточно-тканевые имплантаты нашли широкое применения во многих областях медицины, т.к. способствуют восстановлению разрушенных участков ткани и анатомической формы костей. Создание костно-пластических материалов с высокими регенераторными потенциями возможно при проведении этапа их деминерализации таким образом, чтобы максимально сохранить целостность органической коллагеновой гипоаллергенной матрицы. В результате, систематически правильно подобранная степень деминерализации костной матрицы обеспечивает идеальное сочетание остеоиндуктивных и остеокондуктивных свойств для эффективной регенерации костной ткани. В условиях производственного процесса оперативно определить степень деминерализации костной ткани экспресс-методами не представляется возможным. Биохимические способы контроля длительны по времени и сопровождаются разрушением образца.

В результате проведенных исследований был разработан метод оптимизации создания клеточно-тканевых имплантатов различных типов с использованием метода спектроскопии КР. Установлено, что процесс деминерализации может количественно контролироваться с использованием коэффициента M , определяемого как отношение интенсивностей линий КР на волновых числах 956 и 1665 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям $(\text{PO}_4)^{3-}$ и Амида I. Так для губчатой костной ткани при 5-минутной деминерализации спонгиозы в растворе соляной кислоты коэффициент M уменьшается на 86 %, при 20 минутной – на 94 %, а при 120 минутной – на 98%; для кортикальной костной ткани при 5-минутной – на 30%, при 20 минутной – на 41%, а при 120 минутной – на 62%. Таким образом для губчатой костной ткани оптимальное время деминерализации составляет 5 минут, а для кортикальной – 120 минут.

Также были исследованы спектральные особенности коллагена костной ткани в зависимости от времени деминерализации на основе анализа областей спектра $1200\text{-}1460\text{ см}^{-1}$ и $1600\text{-}1800\text{ см}^{-1}$. Результаты анализа КР сопоставлены с результатами растровой электронной микроскопии.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Ибрагимова К.Х.

Научные руководители: Ефименко С.В., к.т.н., доцент кафедры автомобильные дороги Томского государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск

Сухоруков А.В., аспирант кафедры автомобильные дороги Томского государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск

E-mail: kamila.31.92@mail.ru

Глинистые грунты, относят к четвертичным отложениям, они встречаются на всех континентах, но наиболее распространены в Европе, Азии и Америке [Краморенко, Грунтоведение, 2011]. Среди традиционных строительных материалов, используемых для возведения земляного полотна автомобильных дорог на территории Западной Сибири, они получили наибольшее распространение.

Полевые и лабораторные исследования, выполненные специалистами Томского государственного архитектурно-строительного университета, позволили установить характеристики прочности и деформируемости техногенных глинистых грунтов на территории Западной Сибири. Установлено, что функциональные зависимости отражающие изменение величины модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления от относительной влажности ($E_{сп}$, $\varphi_{сп}$, $C_{сп}=f(W_{om})$) лучше всего аппроксимируются экспоненциальной кривой [Ефименко, Наука и техника в дорожной отрасли, 2012]. Причём, значения характеристик прочности и деформируемости глинистых грунтов региона исследований значительно отличаются от приведённых в ОДН 218.046-01 [Конструирование и расчёт нежёстких дорожных одежд]. Так, рекомендуемая величина удельного сцепления и угла внутреннего трения грунта на 75% и 23%, соответственно, ниже, чем полученная экспериментально (при относительной влажности 0,6). Модуль упругости, наоборот, завышен в 2-2,5 раза.

Экономический эффект от внедрения рекомендуемых значений характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов составляет в базисном уровне цен 2000г около 591 тыс. руб. на 1 км автомобильной дороги.

Выполненные исследования позволили рекомендовать комплекс расчётных значений влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов для выделенных на территории Западной Сибири дорожных районов, что позволит обеспечить надёжность принимаемых проектных решений и продлить жизненный цикл автомобильных дорог.

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ПРИВИВКА ТОНКИХ ПЛЕНОК ПВДФ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ

Иль А.П.

Научный руководитель: Сохорева В.В., старший научный сотрудник
кафедры технической физики Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: nastya_11993@mail.ru

Протонпроводящие мембраны для твердотельных топливных элементов должны удовлетворять определенным требованиям: во-первых высокой протонной проводимостью химической стойкостью способностью работать при повышенных температурах [Абдрашитов Э.Ф., Электрохимия, 2011, 47]. Работа посвящена исследованию процессов радиационно-химической и термической модификации ПВДФ для формирования в нем протонпроводящих свойств. Исходные полимерные пленки из ПВДФ толщиной 20 мкм вырезались диаметром 60 мм и помещались в специальный держатель, из которого откачивался воздух, затем в контейнер напускался прививочный раствор стирола с толуолом в соотношении 1:1. Раствор предварительно барботировали азотом. На рисунке. Представлена зависимость содержания кислорода от времени барботирования.

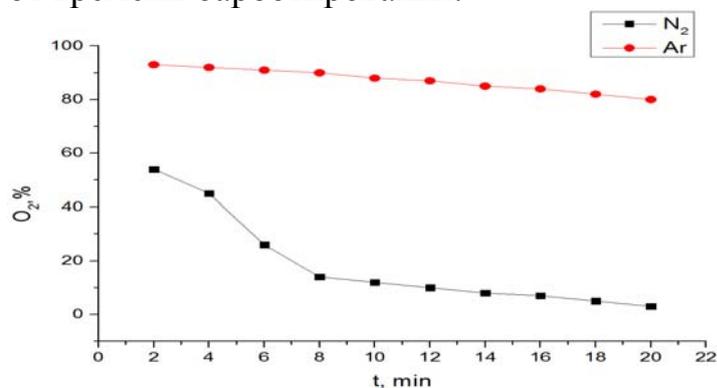


Рис. Влияние времени барботирования аргона и азота на концентрацию кислорода в прививочном растворе.

Проведенные исследования показали, что степень прививки мономера стирола к тонким пленкам ПВДФ значительно выше, чем в случае термической прививки без облучения [Головков В.М. Изв. Вузов. Физика, 2013, 11/3]. В процессе облучения образуются достаточное количество свободные радикалов к которым происходит боковая пришивка стирола. В случае термической прививки, возможно, требуется значительно больше времени для образования свободных радикалов.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОНООБМЕННОЙ РЕЗИНЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ SP ICP-MS

Карепина Е.Е.

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

E-mail: karerina_ee@mail.ru

В литературе рассматриваются в качестве перспективных методов исследования наночастиц масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой по методу единичных частиц (Single particle inductively coupled plasma mass spectrometry, SP ICP-MS), который позволяет обнаруживать и характеризовать одновременно ионы и наночастицы в низких концентрациях [D.M. Mitrano, J. of Analyt. Atomic Spectrom., 2012].

Основной сложностью при исследовании реальных инженерных частиц является их высокая склонность к агрегации [D. Li, J. of the American Chemical Society, 2006] и деградации с последующим растворением [S.K. Misraa, Science of The Total Env., 2012].

Поэтому целью настоящей работы было создание методики подготовки и исследования образцов методом SP ICP-MS.

Для предотвращения появления агрегатов в исследуемой суспензии было использовано механическое разделение с помощью центрифугирования.

Результаты показали, что для суспензии, подготовленной таким образом, уже в первые часы характерно высокое количество растворенного вещества, что затрудняет анализ и не позволяет анализировать мелкие частицы, интенсивность сигнала которых меньше порогового значения растворенного вещества. Таким образом, распределение частиц получается не полным (оберзанным слева) и очевидно не достоверным.

Для удаления растворенного вещества из образца перед анализом было решено использовать ионнообменную колонку [M. Nadioui, Analytical Chemistry, 2014], выполненную из стеклянной трубочки диаметром 5 мм и наполненную ионообменной резиной Chelex. Вновь полученные результаты подтвердили, что часть распределения была скрыта вследствие шума растворенного вещества и что использование ионообменной резины значительно улучшает результаты.

КИНЕТИКА И МИКРОМЕХАНИЗМЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В МИКРО- И НАНОШКАЛЕ

Кондрахов С.Г., Шуварин И.А., Пирожкова Т.С.

Научный руководитель: Тюрин А.И., к.ф.-м.н., доцент, заместитель
директора по НИР НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы»
Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина,
г.Тамбов
E-mail: t-s-pir@ya.ru

Для моделирования процессов трещинообразования и определения прочностных свойств материала без разрушения всего образца, обычно применяют методы микро- и наноиндентирования [Richard J. Wear. 2000, 239]. Преимущество этих методов заключается в возможности максимально контролируемо, и с высоким пространственным разрешением, исследовать процесс формирования отпечатка и область локального деформирования, варьируя параметры нагружения [Тюрин А.И., Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Тамбов, 2013, 18].

Эта методика позволяет определить и исследовать локальные физико-механические свойства (твердость – H , модуль упругости – E , вязкость разрушения – K_{IC} и др.), а так же определить энергетические или активационные характеристики и смоделировать поведение материала при высоких локальных механических напряжениях [Tjurin A. I., Italian Science Review. 2014, 1(10)]

В работе использовался метод динамического нано- и микроиндентирования. В качестве исследуемого материала использовались монокристаллы (Si, Ge, GaSb) и наноструктурированная керамика на основе ZrO_2 .

В результате проведенных исследований были определены числовые значения характеристик вязкого разрушения, установлены интервалы критических нагрузок и глубин отпечатка и проанализированы причины, при которых, для инденторов Виккерса, Берковича и Бирбаума выполняются критерии корректного расчета параметров трещиностойкости определяемых методами индентирования.

РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ

Корнева А.П.

Научный руководитель: Борозновская Н.Н., к.г.-м.н., старший научный
сотрудник Томского государственного университета, г.Томск

E-mail: korsanya93@mail.ru

Сущность люминесцентных методов сводится к оценке дефектности структуры минерала, определению структурных примесей и собственных дефектов, отражающих условия образования и качество исследуемого сырья. Примесные дефекты в кварце отличаются разнообразием: это структурные примеси Al, Ge, Ti, ионы щелочных металлов, гидроксильные группировки и др. Так же разнообразны собственные дефекты: это могут быть дефекты экситонного типа (возбужденное кислородное состояние O^*), дефекты матрицы SiO_2 (квазимолекулы). Для обнаружения всех этих несовершенств структуры нами использовались возможности рентгенолюминесцентного анализа (РЛ). Спектры РЛ в оптическом диапазоне длин волн (200-800 нм) были получены с использованием установки, собранной на базе монохроматора МДР-12 и фотоэлектронного умножителя ФЭУ-100. Источником возбуждения люминесценции служила рентгеновская трубка БСВ-2 от аппарата УРС-55 с Мо-антикатодом. Получены спектры рентгенолюминесценции в оптическом диапазоне длин волн (200-800 нм) кварца из ряда основных кварценосных узлов Урала. Исследовалось влияние повторной рентгенизации, прокаливания и различного примесного состава на люминесценцию кварца. Установлено, что особо чистый кварц выделяется по отсутствию или слабому «отклику» на повторную рентгенизацию в диапазоне 400-500 нм, что связано с отсутствием или слабым участием примесных дефектов Al/Li, Na. Обнаружена связь между люминесценцией в УФ-диапазоне и концентрацией Ge-центров. Проведенные исследования показали, что с помощью комплекса люминесцентных анализов возможно интерпретировать собственные и примесные дефекты в кварце, выделяя при этом высококачественное кварцевое сырье.

Отличительной особенностью люминесцентного исследования кварцевого сырья является предварительное прокаливание и использование различного по времени рентгеновского облучения, что позволяет точнее выделить собственные и примесные дефекты, определить их долевое участие в люминесценции.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ, ГЗ №2282.

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИ СИНТЕЗЕ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТА БАРИЯ

Кузнецова Е.Е.

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

E-mail: katerina94_nsk@mail.ru

Согласно результатам исследования, алюминаты ЩЗМ, активированные ионами европия, обладают интенсивной люминесценцией, а также они не опасны для окружающей среды и жизни человека. Такие люминофоры имеют широкое применение в технике телевидения, лазерных приборах, производстве ламп, индикаторов, покрытий.

Алюминаты ЩЗМ получают различными методами, но для увеличения фазовой однородности продукта используют золь-гель метод. Введение органической составляющей не дает частицам спекаться и позволяет снизить температуру синтеза.

Цель данной работы заключалась в разработке нового способа получения гексагонального моноалюмината бария, исследовании процесса фазообразования, определении оптимальных условий, позволяющих получить однофазный продукт и синтезе люминофоров различного состава.

Для получения люминофора, в качестве источников европия, бария и алюминия использовали соответствующие соединения: оксид европия, карбонат бария и свежесожденный гидроксид алюминия; в качестве хелатообразующего и полимеризующего агента – лимонную кислоту. Мольное соотношение исходных реагентов $Eu^{3+} : Ba^{2+} : Al^{3+} : H_4Cit = 0,1 : 0,9 : 2 : 6$. Для высушивания геля использовали микроволновое воздействие мощностью 360 Вт (образец 1) и сушильный шкаф при температуре 130°C (образец 2). С целью формирования кристаллической структуры, синтезированный продукт отжигали в муфельной печи при температуре 1000°C.

Методами растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа установлено, что количественное содержание элементов соответствует составу люминофора. Частицы образца имеют шарообразную форму с размером зерна 350-550 нм с равномерным распределением всех элементов по поверхности образца.

Люминесцентные характеристики полученных люминофоров оценивали по спектрам возбуждения и спектрам люминесценции. В спектре наблюдается красная люминесценция иона Eu^{3+} в длинноволновой области.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА В УСЛОВИЯХ ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СОВРЕМЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Ли Ю.В.

Научный руководитель: Баранникова С.А., д.ф.-м.н., профессор
кафедры механики деформируемого твердого тела Томского
государственного университета, г.Томск
E-mail: student@mail.ru

Несмотря на исследования процесса образования полос деформации при прерывистой текучести в алюминиевых сплавах к настоящему моменту времени [Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Известия РАН. Серия физическая, 1, 2012], [Danilov V.I., Vochkaryova A.V., Zuev L.B., Metal Physics and Metal Science, 6, 2009], полные данные о неоднородности пластической деформации сплавов, подвергнутых электролитическому наводороживанию до сих пор отсутствуют, что существенно тормозит разработку принципов создания конструкционных коррозионно-стойких сплавов и их обработки. В настоящей работе для исследований выбран дисперсионно-твердеющий сплав Д1. Водородное насыщение образцов проводилось электролитическим методом при постоянном контролируемом катодном потенциале в 1N растворе серной кислоты в течение 24...120 ч в трехэлектродной электрохимической ячейке [Баранникова С.А., Надежкин М.В., Мельничук В.А., Зуев Л.Б., Письма в ЖТФ, 17, 2011]. Для анализа структуры использовались несколько методик: оптическая, растровая электронная, просвечивающая электронная и атомно-силовая микроскопия. Механические испытания образцов проводились при 300 К по схеме одноосного растяжения на испытательной машине LFM-125, снабженной автоматизированным комплексом для анализа цифровых спекл-изображений для изучения неоднородности деформации и разрушения в реальном времени.

Показано, что электролитическое насыщение водородом Д1 влияет на пластичность сплава по сравнению с исходным состоянием. Фрактографический анализ сплава вблизи зоны среза показал наличие граничных зон, обогащенных медью в образцах, насыщенных водородом 120 часов. Основным процессом водородной коррозии и охрупчивания является электрохимическое локальное растворение материала. Водород усиливает неоднородность пластической деформации алюминиевого сплава Д1 и изменяет количественные параметры локализации пластической деформации.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА МАТЕРИАЛОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ МЕТОДАМИ ДИНАМИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Макеева М.А., Пирожкова Т.С.

Научный руководитель: Тюрин А.И., к.ф.-м.н., доцент, заместитель
директора по НИР НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы»
Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина,
г. Тамбов
E-mail: t-s-pir@ya.ru

В последнее время заметно возрастает интерес к медицинским и биологическим наукам. В большой степени это обусловлено развитием современных технологий и созданием новых материалов, имеющих большой потенциал применения, особенно для медицины.

Новые современные материалы, по сравнению с традиционно используемыми, обладают улучшенными биологическими, механическими, химическими и другими свойствами.

Определить механические свойства, смоделировать поведение нового материала под локальной нагрузкой и спрогнозировать его механическую и трибологическую стойкость при реальных контактах поверхностей различных материалов можно методами динамического микро- и наноиндентирования, прикладывая к индентору как нормальные так и латеральные составляющие действующей силы [Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности, 2009], [Тюрин А.И., Вестник тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2013, 18(4)].

Целью работы было исследование локальных прочностных свойств материалов медико-биологического применения, моделирование трения и износа в нано- и микрошкале методами динамического наноиндентирования.

Исследования проводились на нанотрибоиндентометре Hysitron TI 950 TriboIndenter и оригинальном динамическом нанотестере собственной разработки.

В работе исследованы влияние размерных и скоростных факторов на локальные прочностные свойства (твердость, модуль Юнга, вязкость разрушения и др.) материалов медико-биологического применения (керамики – наноструктурированная керамика на основе ZrO_2 , полимеры – F4, металлы и сплавы – Ti и стали и др.), смоделированы условия и определены числовые характеристики трения и износа в нано- и микрошкале.

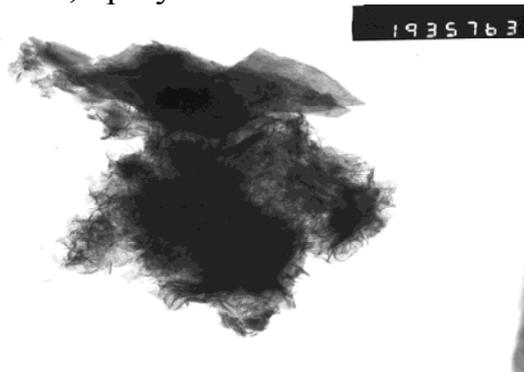
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКСОГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ И СОРБЕНТА НА ЕГО ОСНОВЕ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ИОНОВ Pb^{2+} ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Мартемьянова И. В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: martemiv@yandex.ru

В данной работе рассматриваются сравнительные сорбционные характеристики оксогидроксида алюминия и модифицированного сорбента на основе природного цеолита Шивыртуйского месторождения с иммобилизованными на его поверхности нановолокнами оксогидроксида алюминия (фракция менее 0,1 мкм), при извлечении ионов Pb^{2+} из модельного раствора.

Представлена микрофотография сорбента на основе природного цеолита с иммобилизованными на его поверхности нановолокнами оксогидроксида алюминия, при увеличении в 19 тысяч раз.



На микрофотографии видны частицы цеолита и закреплённые на его поверхности нановолокна оксогидроксида алюминия ($AlO(OH)$) с размером 50-200 нм длиной и 2 нм шириной.

В таблице представлены сорбционные свойства оксогидроксида алюминия и наноструктурного сорбента при извлечении ионов Pb^{2+} из модельного раствора, с исходной концентрацией 8 мг/дм³.

Таблица

Образец	Время сорбции, мин.	Концентрация ионов Pb^{2+} в фильтрате, мг/дм ³	Степень сорбции, %
$AlO(OH)$	15	3,735	53,32
	60	3,7	53,75
	200	6,85	14,37
Сорбент	15	2,753	65,59
	60	0,0271	99,66
	200	0,0136	99,83

Из таблицы видно, что при извлечении ионов Pb^{2+} из модельного раствора сорбционные свойства модифицированного сорбента гораздо выше чем у оксогидроксида алюминия.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1560 ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО РИФЛЕНИЯ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

Москвичев Е.Н.

Научный руководитель: Скрипняк В.А., д.ф.-м.н., заведующий
кафедрой механики деформируемого твердого тела Томского
государственного университета, г.Томск
E-mail: em_tsu@mail.ru

Целью настоящей работы является исследование механических свойств и изменений в структуре алюминиевого сплава 1560 модифицированного методикой циклического рифления при прессовании.

Для диагностики упрочнения материала после процесса циклического рифления при прессовании исследовали микротвердость материала в исходном состоянии и после деформации по методу Виккерса. Экспериментальные данные позволяют определить среднее значение микротвердости образца обработанного методом принудительного рифления прессованием больше значения необработанного образца на 10%. Измерения прочностных свойств проводили при осевом растяжении на универсальной испытательной машине Instron 5948. Полученные результаты свидетельствуют о том, что после 4-х кратного рифления при прессовании при комнатной температуре условный квазистатический предел текучести $\sigma_{0,2}$ и временное сопротивление разрушению σ_b сплава АМг6 увеличились в 2,5 раза относительно соответствующих параметров для материала в состоянии поставки. Обнаружено, что эффект упрочнения в результате циклического рифления при прессовании, сопровождается уменьшением предельной деформации до разрушения при растяжении пропорционально возрастанию временного сопротивления разрушению.

Для изучения изменения структуры материала после циклического рифления при прессовании было проведено исследование методом дифракции отраженных электронов (EBSD) на электронном микроскопе Tescan Vega II LMU, оснащенный EBSD-приставкой. Структура алюминиевого сплава 1560 после четырех циклов рифления прессованием представляет собой совокупность зерен размером 4-36 мкм. Наблюдаются зоны скопления малых зерен, что свидетельствует об интенсивном дроблении зерна. Так же среди малых зерен присутствуют и рекристаллизованные зерна. Большие зерна имеют вытянутую форму, что является следствием деформации.

Изменения прочностных свойств при циклическом рифлении при прессовании является следствием структурных изменений в материале.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО УКРЕПЛЕНИЯ ГРАНУЛ ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

Павлов А.Л.

Научный руководитель: Ефименко В.Н., д.т.н., заведующий кафедрой
автомобильные дороги Томского государственного архитектурно-
строительного университета, г.Томск
E-mail: impenetrablelol@gmail.com

На большей части России наблюдается отсутствие месторождений каменных материалов, пригодных для применения в дорожном строительстве. Для решения проблемы специалистами Томского государственного архитектурно-строительного университета были разработаны технологии производства и применения искусственных каменных материалов в дорожном строительстве.

Технология производства нового искусственного каменного материала предполагает высокотемпературную обработку гранулированного глинистого грунта потоками рабочего газа, генерируемого электродуговыми плазматронами.

Устройство и принцип действия плазматрона основаны на использовании дугового разряда, возбуждаемого между двумя электродами, один из которых имеет цилиндрический канал, в котором формируется дуга.

При разработке технологии производства зернистого керамического материала были учтены требования к дорожно-строительным материалам, предназначенным для строительства дополнительных слоёв дорожных одежд.

Следует отметить, что исследования физико-механических свойств керамики, керамзита и аглопорита и их сопоставление свидетельствует, что по прочности и деформируемости новый керамический материал не уступает принятым к сравнению искусственным каменным материалам и даже превосходит их.

Для оценки эффективности плазменной технологии производства нового зернистого керамического материала, названного керамит, было осуществлено сравнение его стоимости со стоимостью получения альтернативных материалов – керамзита, аглопорита, керамдора. При этом установлено, что стоимость производства керамита ниже других, принятых к сравнению материалов на 30% – 60%.

Внедрение плазменной технологии в промышленность строительных материалов даёт реальную возможность обеспечить: расширение сырьевой базы строительных материалов; уменьшение транспортных затрат; экономию топлива; экологическую безопасность производства; охрану окружающей среды.

ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С РАСХОДЯЩИМСЯ ПУЧКОМ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БАЗЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО ГАЗОРАЗРЯДНОГО ДЕТЕКТОРА

Пак Ф.А.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., ассистент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: pak_fedor@mail.ru

В Томском политехническом университете на базе многоканального газоразрядного детектора ПРИЗ-1536 была создана установка для томографической визуализации. Установка позволяет получать проекционные снимки и томографические изображения с субмиллиметровым пространственным разрешением. Однако использовавшийся источник рентгеновского излучения РАП-160-5 не позволял получать изображения крупных объектов в силу низкой интенсивности излучения. Целью работы была модернизация имеющейся томографической установки путем замены источника рентгеновского излучения с большей мощностью. Это необходимо для изучения объектов с размерами характерными для тела человека.

В качестве нового источника был выбран рентгеновский аппарат MXR-451HP. Выбор в его пользу был сделан по причине того, что он позволяет осуществлять точную настройку характеристик пучка рентгеновского излучения, имеет хорошую стабильность параметров во времени и обеспечивает интенсивность свечения достаточную для поставленных задач.

Замена одного из основных узлов установки потребовала полностью пересмотреть подход к системе позиционирования образцов. Для новой геометрии было необходимо подобрать оптимальные режимы работы установки, такие как скорость перемещения образца, оптимальное количество проекций для получения томограмм, напряжение на аноде трубки, анодный ток и другие.

Проделанная работа позволила получить трехмерные изображения комбинированного ААРМ-фантома, предназначенного для компьютерной томографии. Полученные результаты показывают применимость модернизированной установки для изучения внутренней структуры объектов с размерами характерными для тела человека.

Данная установка является дешёвой альтернативой для томографического исследования крупных объектов, по сравнению с полупроводниковыми.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ ЧЕРЕЗ КОЛЛИМАТОРЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Поволна А.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., ассистент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: anna.povolna@gmail.com

В настоящее время широко применяются источники рентгеновского излучения и ускорители частиц, в частности, в медицине, также используются при проведении биологических исследований и в промышленности, например для модификации поверхностных свойств материалов. Ускорители частиц имеют широкий диапазон параметров пучка для различных приложений и во всех сферах применения необходимо иметь точное представление о профиле пучка электронов и его форме и уметь управлять ими в соответствии с конкретными задачами. Поэтому создание модели, описывающей профиль электронного пучка и форму при прохождении электронного пучка через коллиматоры из различных веществ - это актуальная задача.

В настоящем исследовании был проведен теоретический анализ выведенного электронного пучка микротрона ТПУ. Разработана модель выведенного электронного пучка микротрона в программе "Computer Laboratory (PCLab)". Моделирование осуществляется посредством применения метода Монте-Карло.

В данном исследовании проанализированы следующие характеристики электронного пучка проходящего через коллиматоры из различных материалов: внутренняя расходимость электронного пучка; профиль и форма электронного пучка на расстоянии 2 см от выходного окна. Коллиматоры сделанные из свинца, гипса и керамики с длиной канала 10 мм были использованы в данной работе. В работе используются следующие параметры выведенного электронного пучка микротрона ТПУ: размер пучка на выходе $\approx 2,0 \text{ мм}^2$; энергия электронов – 6,1 МэВ.

Полученные результаты показывают пригодность данной программы для анализа реальных пучков электронов и для модуляции формы пучка и сравнения различных типов коллимирующих систем ускорителя.

Теоретическая модель позволяет проводить оценку дозного распределения и размера электронного пучка на любых расстояниях от выходного окна ускорителя при использовании различных типов коллимирующих систем ускорителя, достоинством моделирования является возможность определения данных характеристик пучка быстрее и проще чем в эксперименте.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, С ВЫСОКИМИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Попова К.С.

Научный руководитель: Полушин Н.И., к.т.н., заведующий лабораторией сверхтвёрдых материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва
E-mail: kunney_pop@mail.ru

В настоящее время особый интерес представляют покрытия, содержащие высокотемпературные, твердые нанодисперсные порошки. Важным преимуществом композиционных электрохимических покрытий по сравнению с другими покрытиями является их трибологические свойства, которые могут достигать широких пределов за счет объемного содержания второй фазы, ее размеров и расстояния между упрочняющими частицами. Основным направлением повышения ресурса алмазно-гальванического инструмента является введение нанодисперсных частиц в связку на этапах формирования алмазосодержащего слоя.

В данной работе были получены и исследованы свойства никелевого электрохимического покрытия, упрочненного нанопорошком оксида алюминия. Разработана и обоснована методика определения содержания наночастиц в композиционном электрохимическом покрытии методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Данный результат исследований даёт возможность производить контроль за содержанием нанопорошка оксида алюминия в электролите по мере его расходования или других причин нарушения технологического процесса.

Был предложен новый подход для определения наночастиц в покрытии в зависимости от концентрации в электролите. Производилась оптимизация параметров получения композиционного электрохимического покрытия (КЭП) для дальнейшего изготовления алмазо - гальванического инструмента, модифицированного наночастицами оксида алюминия. Задача стояла в получении никелевого покрытия с наночастицами оксида алюминия и исследовании его прочностных свойств.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЗОЛЕЙ СЕРЕБРА

Пугачев А.Д.

Научный руководитель: Бурлакова В.Э., д.т.н., заведующий кафедрой
«Химия» Донского государственного технического университета, г.Ростов-на-Дону
E-mail: artem_d_pugachev@mail.ru

Для применения коллоидного серебра в большинстве случаев важно, чтобы эти объекты были химически стабильны и агрегативно устойчивы. Современные оценки стабильности золей носят качественный характер. Целью данной работы ставится строгая количественная оценка химической стабильности и агрегативной устойчивости для золей, полученных тремя методами.

Методическую основу определения характеристик стабильности коллоидов составляет эффект поверхностного плазмонного резонанса. Анализ спектров исследуемых систем позволяет оценить стабильность концентрации наночастиц в растворе и постоянство их размерных характеристик. Достоинством выбранной методики исследования является высокая надежность при сравнительно простой экспериментальной базе. В экспериментах фиксировались спектры поглощения коллоидов серебра, полученных в различных условиях. Образцы хранили в темноте при 10⁰С. Спектральный анализ проводили сразу после получения золя, спустя 7 и 34 дня. Оптические измерения проводились с помощью спектрофотометра ПЭ 5400 ВИ/УФ.

Установлено, что данные работы [Вегера А.В., Зимон А.Д., Известия Томского политехнического университета, 5, 2006] касательно стабильности коллоидов серебра справедливы лишь в течение недели с момента синтеза. При восстановлении в глицерине при нагревании до 125⁰С установили оптимальное значение концентрации ионов серебра в диапазоне 10⁻⁵ – 10⁻³ М. Анализируя относительные изменение оптической плотности и ширину пика на 0,7 высоты, спустя 34 дня образец с концентрацией 10⁻³ М оказался стабильнее в несколько раз. Для метода Туркевича при одинаковой продолжительности нагревания изменяли соотношение концентраций цитрата натрия и нитрата серебра [Na₃C₆H₅O₇]/[AgNO₃] и значение концентрации ионов серебра [Ag⁺]. Получено уравнение (коэффициент корреляции 0,92) поверхности:

$$\lg z = 0.3795 + 0.28x + 0.951y + 0.0462x^2 - 0.061y^2 + 0.1927xy$$

где z - убыль оптической плотности, x - концентрация ионов серебра, y - соотношение концентраций цитрата натрия и нитрата серебра. Полученное уравнение позволяет отыскать оптимум в диапазоне 5·10⁻⁶ – 5·10⁻³ для x и 1 – 16 для y .

Всесторонне отработана высокоэффективная методика анализа устойчивости частиц серебра к агрегации и воздействию внешних факторов, влияющих на их концентрацию в золе. В рамках этой методики получены практически ценные и принципиально новые сведения о стабильности серебряных коллоидов.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ НАПЛАВОЧНОГО СЛОЯ, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ СВС-ЭЛЕКТРОДАМИ НА ОСНОВЕ Ti-Al-C МАХ-ФАЗЫ

Сагидоллаев А.С., Бажин П.М.

Научный руководитель: Столин А.М., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией пластического деформирования материалов Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН,
г.Черноголовка
E-mail: sagidollaev@inbox.ru

Предметом настоящей работы стало изучение возможности применения полученных методом СВС-экструзии электродов на основе МАХ-фазы Ti-Al-C для нанесения защитного покрытия на металлическую подложку. Электродуговую наплавку проводили в защитной атмосфере аргона при токах 40, 60 и 80А СВС-электродами диаметром 5 мм на подложку из стали 3. Наплавляли 1 слой при 1-ом проходе.

Установлено, что наплавленный слой в зависимости от режима наплавки состоит из трех характерных зон. Первая зона – поверхностный слой покрытия. На поверхности микроструктура наплавленного слоя существенно отличается от микроструктуры исходного электрода. Округлые зерна карбида титана после наплавки и кристаллизации становятся вытянутыми по направлению отвода теплоты столбчатыми дендритными зернами. Наличие текстурированных карбидных зерен подтверждает и рентгенофазовый анализ. За верхним слоем следует зона, состоящая из зерен карбида титана сферической формы, расположенных в матрице титана и железа. Третья зона - переходный слой, обуславливающий взаимную диффузию покрытия в подложку. Учитывая концентрационные кривые титана и рентгеноспектральный анализ, установлено что переходная зона состоит из эвтектических колон карбида титана.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОРРОЗИИ

Сактаганова К.Н.

Научный руководитель: Алейник А.Н., к.ф.-м.н., младший научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

E-mail: student@mail.ru

Металлические изделия подвержены коррозии, которая нарушает их целостность, поэтому контроль состояния поверхности очень важен для предотвращения преждевременного разрушения.

Целью исследования было изучить процесс коррозии в среде хлорида меди.

Из рис.1. видно, что импеданс возрастает со временем. Увеличение импеданса возможно вследствие формирования оксида меди, который затем окисляется до гидрохлорида меди.

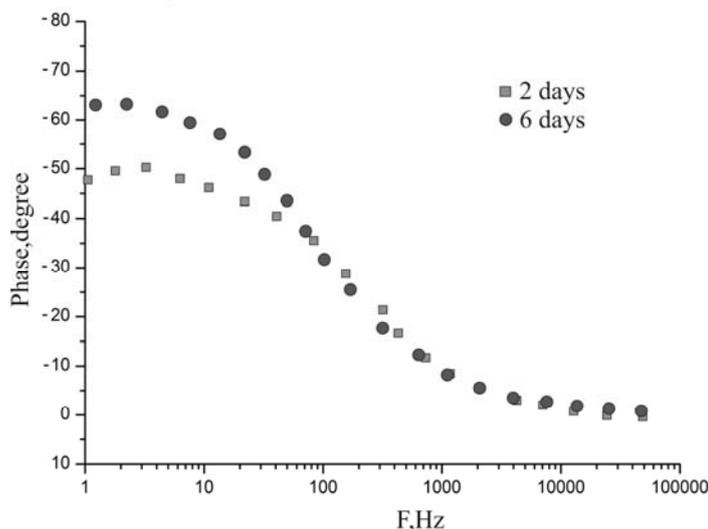


Рис.1. Спектр импеданса для меди в 3% растворе NaCl

Кинетические данные о процессе коррозии могут быть получены на образце стали находящееся в растворе NaCl без перемешивания жидкости. Фазовый угол увеличивается значительно. Отсюда следует, что емкостная часть зависит от состояния поверхности. Со временем жидкость проникает в покрытие, в результате чего происходит образование новой границы металл-жидкость

Импедансная спектроскопия является подходящим методом для исследования процессов коррозии. Разработанный прибор позволяет определить типы процессов связанные с повреждением покрытия металлов.

РАЗРАБОТКА СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОСТАТКОВ РАДИОНУКЛИДОВ В МАТЕРИАЛАХ.

Серикбекова З.К.

Научный руководитель: Алейник А.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: zarina_lg5@mail.ru

Довольно часто в науке и технике возникает задача регистрации ионизирующего излучения. В том случае, когда поток квантов не слишком велик, для регистрации используются пропорциональные счетчики, полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы, работающие в режиме регистрации отдельных квантов (счетный режим) [Меликов Ю.В. Экспериментальные методы в ядерной физике. Курс лекций.- М.: Изд-во Моск. ун.-та, 1996].

Целью данной работы является разработка малогабаритного спектрометра на основе р-і-n диода. В ходе работы был изготовлен макет спектрометра на основе ріп-диода, проведены измерения, получены спектры электронов и гамма квантов, проведены исследования характеристик спектрометра (эффективность, стоимость, разрешение).

Разработанный спектрометр является малогабаритным, дешевым, обладает хорошим разрешением для электронов и гамма квантов (3,4 %), имеет эффективность регистрации (3,1%).



Рисунок 1- Блок схема спектрометра

СЕНСОР НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТИОНИНА

Скирдин К.В.

Научный руководитель: Перевезенцева Д.О., к.х.н., доцент кафедры
общей и неорганической химии Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: kvs21@tpu.ru

Наноматериалы широко используют для получения электрохимических сенсоров, что позволяет увеличить время работы сенсора и снизить пределы обнаружения биологических веществ, что позволяет вольтамперометрии быть конкурентноспособным методом наряду с традиционными (оптическими и хроматографическими методами), используемыми в биохимии [Campbell F.W., Compton R.G., Anal. Bioanal. Chem., V.396, 2010]. Целью работы являлось исследование возможности определения метионина (Met) на поверхности сенсора на основе наночастиц золота и разработка высокочувствительного вольтамперометрического способа определения Met на этом сенсоре в водных растворах.

Золи золота были получены методом химического восстановления, с использованием боргидрида и цитрата натрия при их различном мольном соотношении в отсутствие высокомолекулярных стабилизаторов. Характеристики золей были определены методом просвечивающей электронной микроскопии (JSM-5500) и вольтамперометрии (ТА-2) с использованием двухэлектродной ячейки, с индикаторным графитовым электродом (ГЭ) и хлорсеребряным электродом сравнения. Сенсор получали накоплением наночастиц золота (НЧ) на поверхности ГЭ в 0,1 М HCl, при $t_{\text{нак}} = 30-300$ с, $E_{\text{нак}} = -1,0$ В. Вольтамперограммы Met регистрировали в двухэлектродной ячейки в 0,1М NaOH, 0,1 М NaCl и 0,1 М фосфатном буфере (pH 6,86), при скорости изменения потенциала $w = 100$ мВ/с.

Обнаружен обратный максимум наночастиц золота на катодной ветви циклической кривой на сенсоре на основе наночастиц золота при потенциале $E = 0,05$ В. Определены условия получения сенсора на основе наночастиц золота: $E_{\text{н}} = -1$ В, $t_{\text{н}} = 90$ с, фоновый электролит 0,1 М HCl.

Предложен способ вольтамперометрического определения Met на сенсоре на основе наночастиц золота в щелочной среде с пределом обнаружения равным $0,7 \cdot 10^{-14}$ М, рассчитанным по 3σ -критерию [Перевезенцева Д.О., Горчаков Э.В., Скирдин К.В. Заявка на патент № 2015110359 от 23.03.15]. Предложенный метод прост, чувствителен, нетоксичен. Использование сенсора на основе наночастиц золота позволяет повысить чувствительность определения Met по сравнению с известными способами в литературе на 7 порядков.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО КАРБОНИЛЬНЫМ МЕТОДОМ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИИ ПОДЛОЖКИ

Соколова М.О.

Научный руководитель: Полушин Н.И., к.т.н., доцент кафедры
функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

НИТУ «МИСиС», г.Москва

E-mail: sokolova.mfh@gmail.com

Поликристаллы алмаза и плотных модификаций BN используют в режущем, буровом и волоочильном инструменте. Металлизация поверхности поликристаллов повышает сцепление с металлической матрицей инструмента ввиду большей когерентности кристаллических решеток.

Установлена микроструктура никелевого покрытия, полученного методом карбонильной металлизации при термоциклировании подложки: осуществлены исследования покрытых никелем алмазных поликристаллов и образцов-свидетелей (пластинки из алюминия с насечками и шарики силикагеля) путем электронно-микроскопического анализа.

Полученные химические карты образцов показывают, что покрытие формируется сферическими агломератами никеля с незначительными включениями. Покрытие не содержит метастабильных карбидных фаз; это подтверждает и рентгенофазовый анализ покрытия на АСПК.

На полученных SEM-изображениях отчетливо наблюдается т.н. "эффект залечивания" (заполнение микродефектов) на подложках любого типа (алмазный поликристалл, металл, керамика).

При испытаниях на растяжение было установлено, что идеальное воспроизведение металлом покрытия развитой поверхности алмазных поликристаллов обеспечивает высокую величину сцепления (не менее 15 – 16 МПа); кроме того, захвата алмазных зерен покрытием не выявлено, т.е. между покрытием и алмазным зерном нет химического взаимодействия.

Технология карбонильной металлизации являет собой безотходный замкнутый цикл с относительно низким энергопотреблением. Установка является компактной и может быть использована как в лаборатории, так и на предприятии. Карбонильный метод металлизации имеет преимущества по сравнению с гальваническим и вакуумным, поскольку реализуется при умеренных температурах, и металлизация начинается на дефектах поверхности подложки, что способствует лучшему закреплению покрытия.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА МЕЛКО- И КРУПНОЗЕРНИСТОГО ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА

Хайруллин Р.Р.

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

РАН, г.Томск

E-mail: hairullin@list.ru

Поверхностная ультразвуковая обработка является эффективным способом повышения механических свойств конструкционных материалов, таких как твердость [M. Yasuoka, P. Wang, K. Zhang, et al., Surf. Coat. Tech. 218 (2013) 93–98], предел текучести [C. Ye, A. Telang, A. S. Gill et al., Mater. Sci. Eng. A. 613 (2014) 274–288] и усталостная долговечность [X. J. Cao, Y. S. Pyoun, R. Murakami, Appl. Surf. Sci. 256 (2010) 6297–6303]. На сегодняшний день множество работ посвящено влиянию параметров ультразвуковой обработки на эксплуатационные свойства материалов [A. Amanov, O. V. Penkov, Y. S. Pyun, D. E. Kim, Tribol. Int. 54 (2012) 106–113]. Однако влияние исходного структурного состояния материала на эффект ультразвуковой обработки остается слабо изученным.

В связи с этим, цель данной работы – на примере технически чистого титана марки ВТ1-0 исследовать влияние размера зерна на морфологию поверхности, микроструктуру и механические свойства образцов, подвергнутых поверхностной ультразвуковой обработке. Титановые образцы в состоянии поставки характеризовались мелкозернистой структурой, а в отожженном состоянии – крупнозернистой.

В процессе деформации титановых образцов сферическим индентором, колеблющимся с ультразвуковой частотой, на их поверхности был сформирован волнистый рельеф, высота профиля которого была измерена с помощью атомно-силовой микроскопии. Установлено, что крупнозернистые образцы характеризуются большей высотой профиля по сравнению с мелкозернистыми образцами. Кроме того, методом дифракции обратно-рассеянных электронов было показано, что ультразвуковая обработка приводит к формированию мало- и большеугловых границ в поверхностном слое образцов, что способствует увеличению микротвердости. При этом глубина упрочненного слоя в крупнозернистых образцах оказалась выше, чем соответствующая глубина в мелкозернистых образцах. Более того, рентгеноструктурный анализ показал, что ультразвуковая обработка титановых образцов приводит к возникновению сжимающих напряжений в поверхностном слое и к изменению кристаллографической текстуры.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ АТОМОВ ПОДЛОЖКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ

Храпковская Ю.А.

Научный руководитель: Зенин Б.С., к.ф.-м.н., доцент кафедры
материаловедение в машиностроении Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: ylia-kallipso@mail.ru

Высокая адгезия газотермического покрытия может гарантировать качество функционального покрытия. В [В.В.Кудинов, В.М. Иванов. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. – М.: Машиностроение, 1981, 192 с.] получено выражение для теоретического определения изменения со временем относительной прочности сцепления частиц. Данное уравнение показывает, что адгезионная прочность зависит от ряда параметров, таких как t – время взаимодействия частицы с подложкой в нагретом состоянии, T_k – температура в контакте и E_a – энергия активации атомов подложки.

В работе поставлена задача: разработать метод расчета активации атомов подложки при заданных параметрах взаимодействия напыленной частицы с основой в соответствии условиями [В.В.Кудинов, В.М. Иванов. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. – М.: Машиностроение, 1981, 192 с.].

Результаты [Ю.А. Храпковская, Б.С. Зенин. Распределение энергии в системе частица-подложка при формировании газотермических покрытий. Труды IV МНТК «Высокие технологии в современной науке и технике», Томск. НИ ТПУ. 2015 (В печати)] показали, что при распределении энергии привносимой частицей в системе частица-подложка можно выделить «горячий» слой толщиной Δh , состояние которого определяется температурой в контакте T_k . Для «горячего» слоя подложки была рассчитана энергия активации атомов подложки.

Для расчета энергии активации атомов подложки при напылении различных материалов необходимы следующие параметры взаимодействия напыленной частицы с основой: толщина горячего слоя Δh , диаметр напыляемых частиц D_c , средняя температура горячего слоя T_{cp} , температура в контакте T_k , масса слоя $m_{2\text{ сл}}$, объем слоя $V_{2\text{ сл}}$.

Расчеты показали, что значение энергии активации атомов подложки Fe напылении W и Ni согласуются с величиной температуры плавления напыляемого материала и температурой в контакте. В случае напыления Al энергия активации оказывается очень низкой. Это связано с особенностью теплофизических условий взаимодействия напыленной частицы с подложкой. Предложенный метод расчета активации атомов подложки можно использовать при прогнозировании адгезионной прочности газотермических покрытий.

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ, ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ Mo-Si-Al-Zr-(N)

Черногор А.В.

Научный руководитель: Блинков И.В., д.т.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

НИТУ «МИСиС», г.Москва

E-mail: av_chernogor@live.com

Одним из направлений современного материаловедения в области создания материалов для развития машиностроительных отраслей является разработка покрытий, обладающих жаростойкостью и сопротивлением к изнашиванию, дающих возможность использовать изделия при высоких температурах в окислительной среде при различных видах трения.

В качестве систем для формирования покрытий были выбраны Mo - Si - Al и Mo - Si - Al - Zr. Покрытия получали в средах аргона и азота методом ионно-плазменного вакуумно-дугового осаждения.

Их высокие трибологические свойства и жаростойкость должны определяться образованием при окислении фазы Магнели MoO_3 с малой сдвиговой прочностью, работающей в качестве твёрдой смазки; жаростойких тугоплавких оксидов ZrO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , последний из которых имеет свойство «самозалечивания» трещин; и присутствием в покрытии высокотвёрдых нитридных фаз MoN , Mo_2N и ZrN .

Полученные покрытия характеризуются сложной структурой, сформированной на основе нитридных фаз Mo, Si, Al и Mo, Zr, Al, Si для первой и второй систем, соответственно при осаждении покрытий в азотосодержащей среде и силицидов Mo и Zr при их формировании в среде аргона.

Размер зёрен материала покрытия соответствует толщине слоя и составляет 20А для силицидных покрытий и 70А для нитридных фаз. Величина микродеформаций для обеих групп покрытий имеют значения (0,5 - 1) %. Значения их микротвёрдости на глубине проникновения индентора около 20% от толщины покрытия составляет (12 – 18) ГПа и 43-50 ГПа для силицидных и нитридных покрытий соответственно. Работа относительного пластического деформирования при наноиндентировании для силицидных покрытий имеет значение 40% и 60% для нитридных. Это свидетельствует о большой пластичности второй группы покрытий. Значения коэффициентов трения, полученных при температурах 550°C и нагрузке 5 Н, синтезированных силицидных материалов характеризуется величиной 0,5 против 0,8 для покрытий на основе нитридных фаз. При этом изнашивание последних в результате трения примерно в 3 раза меньше, что свидетельствует о их высокой твёрдости, оказывающей существенное влияние на износ.

СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ СЕРЕБРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОНТАКТОВ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Чушбекова Ж.К.

Научный руководитель: Галанов А.И., к.х.н., заведующий
кафедрой общей и неорганической химии Томского политехнического
университета, г.Томск
E-mail: zhanerke1991.24.12@mail.ru

Нанокристаллическое серебро обладает широким спектром применения, в том числе для создания токопроводящих контактов в электронике [Ремпель А.А. Успехи химии, 2007, 75].

В работе определены режимы синтеза наноразмерного порошка серебра методом электроэрозионной обработки на установке №12-6. Общее энергопотребление установки составила 2 кВт*ч.

Экспериментально была определена зависимость выхода электроэрозионных частиц. Установлено, что масса эродированных частиц прямо пропорциональна количеству пропущенных импульсов тока: $m_{Ag} = kn$, где n – количество импульсов тока, k – эмпирическая константа, показывающая количество эродированного серебра за единичный импульс [мг/имп.]. Значение k составило 65 мг/имп.

В результате были получены водные суспензии с содержанием серебра 96-97% из полученных частиц. Позже из них методом трафаретной печати были нанесены слои на образцы солнечных стеклянных элементов и на образец низкопористой алюмооксидной керамики. Полученные слои были просушены в муфельной печи при 250-300°C. У полученных токопроводящих слоев были определены толщины и морфология поверхности, а также проведена первичная оценка их электропроводящих свойств.

Электронно-микроскопические снимки частиц серебра показали, что они состоят из наноразмерных, так и микроновых частиц. Отмечается образование мостиков между частицами в интервале температур 150-250°C и постепенным их утолщением при 300-500°C.

Были получены токопроводящие слои толщиной 30-50 мкм с общей пористостью 0,86 и относительной электропроводностью слоев 0,85 от электропроводности массивного серебра.

Измерение электропроводности полученных слоев показало, что их удельная электропроводность составила 52,9 - 53,5 Ом⁻¹·см⁻¹.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТИТАНА, ПОДВЕРГНУТОГО АЗОТИРОВАНИЮ В ПЛАЗМЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Шамиева А.Р., Кузичкин Е.Е.

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

E-mail: shamieva_nastya@mail.ru; saybot92@mail.ru

Диффузионное насыщение поверхностного слоя металлов и сплавов азотом является одним из перспективных способов повышения служебных характеристик детали.

Наиболее распространенный, на данный момент, в промышленности ионно-плазменный метод азотирования - это азотирование поверхности в плазме тлеющего разряда. Однако он длителен по времени (десятки часов) и энергозатратен.

Целью данной работы являлось изучить влияние метода азотирования в плазме газового разряда низкого давления на структуру и свойства титана. В ИСЭ СО РАН разработан метод азотирования в плазме газового разряда низкого давления (не более 5 Па). Ионное травление в процессе азотирования позволяет удалять как образующиеся на разогретой поверхности оксиды, так и высшие нитриды, образование которых связывает атомы азота, препятствуя их диффузии вглубь образца.

Тестирование образцов перед и после азотирования выявило увеличение твердости поверхностного слоя обработанного материала более чем в 3 раза. Анализ результатов, показывает, что упрочнение поверхностного слоя технически чистого титана зависит и от температуры, и от времени азотирования.

Азотирование в плазме газового разряда низкого давления, сопровождающееся бомбардировкой поверхности материала ионами плазмы, приводит к растравливанию поверхностного слоя образца.

Выявленное, в результате выполненных испытаний, кратное повышение микротвердости, износостойкости и снижение коэффициента трения образцов титана, подвергнутых азотированию в плазме газового разряда низкого давления с использованием плазмогенератора «ПИНК», свидетельствуют о существенном изменении структуры поверхностного слоя материала.

Выполненные, таким образом, исследования элементного и фазового состава, дефектной субструктуры поверхностного слоя технически чистого титана VT1-0 после азотирования позволяют предположить, что увеличение прочностных и трибологических характеристик материала обусловлено насыщением кристаллической решетки атомами азота, формированием субзеренной структуры, выделением частиц нитрида титана Ti_2N .

АНАЛИЗ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ НА МНОГОКАНАЛЬНОМ ГАЗОРАЗРЯДНОМ ДЕТЕКТОРЕ С РАСХОДЯЩИМСЯ РЕНТГЕНОВСКИМ ПУЧКОМ

Южаков А.Д.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., к.ф.-м.н., ассистент
кафедры прикладной физики Национального исследовательского
Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: alx-142@yandex.ru

На сегодняшний день многоканальные газоразрядные детекторы почти полностью вытеснены полупроводниковыми детектирующими системами как наиболее перспективными. Но для ряда задач требования к системе детектирования не столь высоки, и газоразрядные многоканальные детекторы полностью соответствуют им. Выгода использования газоразрядных систем заключается в простоте их изготовления и низкой стоимости. В Томском политехническом университете на базе многоканального газоразрядного детектора ПРИЗ-1536 был создан прототип для томографической визуализации с субмиллиметровым пространственным разрешением. Данная установка была модернизирована путем замены источника излучения на трубку MXR-451HP/11.

Целью работы являлось исследование свойств томографических изображений, полученных на модернизированной установке. Обработка изображений позволила оценить контрастное разрешение полученных данных, пространственное разрешение установки и осуществить калибровку данных, позволяющую определять значения индексов Хаунсфилда. Полученные результаты демонстрируют пригодность используемого многоканального газоразрядного детектора ПРИЗ-1536 для получения томографических изображений с субмиллиметровых пространственным разрешением.

Секция 3 «Материалы для медицины и экологии»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ

Айрапетян Д.К

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: diankys@mail.ru

По мере развития нанотехнологий и молекулярной биологии, становится необходимым получать наночастицы с новыми уникальными свойствами, которые могли бы применяться в медицине для диагностики заболеваний. Целью данной работы являлось показать перспективы применения магнитных наночастиц (МНЧ) для адресной доставки лекарств с помощью анализа научной литературы. Для достижения поставленной цели в работе:

- Рассмотрены статьи, литературные обзоры русско- и англоязычных авторов, с использованием баз данных: Elsevier - ScienceDirect и SpringerLink.

- Переведены англоязычные статьи в области применения магнитных наночастиц для целевой доставки лекарств.

Согласно обзору, у МНЧ большой потенциал для применения в качестве доставки лекарств, при этом они не оказывают токсического действия на здоровые клетки организма. Возможно, что их можно направлять и удерживать в определенном месте при помощи магнитного поля, визуализировать методами МРТ [В.Н.Никифоров. Известия, 27, 2013]. На данный момент используются суперпарамагнитные наночастицы оксида железа, имеющие пониженную токсичность [Y.X.J. Wang. European Radiology 11 (2001)] и реакционноспособную поверхность, которая может быть легко модифицирована биосовместимыми покрытиями [A.K. Gupta, Biomaterials 26 (2005)].

Среди недостатков использования МНЧ отмечают: агломерацию НЧ и изменение их магнитных свойств, трудность в преодолении физиологических барьеров (гематоэнцефалический барьер) [D.J. Begley, Pharmacology & Therapeutics 104 (2004)], показано, что НЧ Au размера от 15 до 50 нм могут преодолевать барьер, в то время как крупные НЧ (100 и 200 нм) не способны к этому [G. Sonavane, Biointerfaces 66 (2008)]. Кроме того, НЧ могут вызывать дисфункцию [M.E. Davis, Current Opinion in Biotechnology 13(2002)].

Несмотря на трудности при использовании МНЧ (при попадании в кровь способны к агломерации, могут вызывать дисфункцию). Перспективы при применении МНЧ для целевой доставки лекарств (возможность контроля и визуализации) превышают все недостатки.

ПОЛУЧЕНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ВЕТОК И КОРЫ ИВЫ

Антонов Д.В.

Научный руководитель: Усова Н.Т., учитель химии Лицея при Томском политехническом университете, г.Томск

E-mail: 1aadsdfn@gmail.com

В наше время не встретишь человека, которому хоть один раз в жизни не приходилось принимать жаропонижающие, обезболивающие или противовоспалительные лекарственные препараты. С древних времен люди спасали свою жизнь, используя различные природные лекарственные вещества. История медицины изобилует примерами применения лекарств из трав и других растений. Лишь по мере развития химии люди убедились, что лечебный эффект таких лекарств заключается в избирательном воздействии на организм определенных химических соединений [Энциклопедический Словарь Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона, Санкт-Петербург, 1890 – 1907; Химия и жизнь (Солтерсовская химия) Часть III Практикум, 1997]. Позднее, такие соединения стали получать в лабораториях путем синтеза. Одним из наиболее известных и чаще всего используемых лекарственных препаратов является аспирин. Аспирин – общепринятое название ацетилсалициловой кислоты - самого распространенного болеутоляющего, жаропонижающего и противовоспалительного средства, которое получают из салициловой кислоты (2-гидроксibenзойной или фенольной кислоты) [Машковский М.Д. Лекарственные средства, ООО Издательство Новая Волна, 2002]. Целью работы являлось выделение салициловой кислоты из коры ивы.

Кора и ветки ивы являются источником важных биологически активных веществ. Одним из таких соединений является салицин (p - D-глюкозид салицилового спирта или салигенина). Данный глюкозид можно извлечь с помощью водной экстракции. Показана принципиальная возможность получения салициловой кислоты методом последовательного гидролиза салицина и последующим окислением образующегося салицилового альдегида до салициловой кислоты. Однако идентификация салициловой кислоты по предложенной методике затруднена. Предложена упрощенная методика качественного определения салициловой кислоты в полученном растворе, основанная на физическом и химическом способе.

С помощью качественных реакций установлены гетерофункциональные свойства салициловой кислоты, сходные с фенолами и карбоновыми кислотами.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ВЕКТОРНОГО pH-ЗАВИСИМОГО ПЕПТИДА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ

Ащеулова Д.О.

Научный руководитель: Першина А.Г., к.б.н., старший научный сотрудник ЦНИЛ Сибирского государственного медицинского университета, г.Томск
E-mail: bur-dar@mail.ru

Таргетная молекулярная диагностика в последнее время становится ключевым инструментом современной биомедицины. Стандартные неспецифические контрастные препараты обладают низкой эффективностью по отношению к мишени, в связи с чем, все более актуальным становится поиск новых агентов таргетной доставки контраста [Seulki Lee, *Biochemistry*, 2010]. Очень перспективными являются пептиды, которые, обеспечивают высокоспецифичное связывание с клетками-мишенями, но, по сравнению с белками, имеют меньшие размеры и не вызывают иммунного ответа [Shadidi M., *The FASEB Journal*, 2003].

В настоящее время, pH-зависимый пептид (pHLIP) успешно используют для выявления ряда патологических процессов [Engelman D.M, *Chimica Oggi*, 2009], активно разрабатываются диагностические препараты на основе pHLIP, меченного флуоресцентными маркерами [Shan L., *MICAD*, 2009], радионуклидными метками [Macholl S., *Mol Imaging Biol.*, 2012] и наночастицами [Yao L., *PNAS*, 2013].

На сегодняшний день, пептид преимущественно получают методом химического синтеза. Однако, для масштабирования процесса и наработки больших количеств пептида, содержащего 37 аминокислотных остатков, выгодной альтернативой является микробный синтез с использованием технологии рекомбинантных ДНК.

Целью данной работы было получить рекомбинантный pH-зависимый пептид pHLIP в клетках *E.coli*.

В результате нами была получена рекомбинантная плазида, направляющая продукцию pHLIP. Соответствие клонированного фрагмента ДНК, кодирующего пептид, ожидаемому, подтверждено секвенированием. Подобраны оптимальные условия экспрессии пептида в составе белка слияния с кетостеройдизомеразой (pHLIP-KSI) в клетках штамма *E.coli* Rossetta DE3 pLysS. Осуществлена очистка рекомбинантного пептида в составе белка-слияния методом металл-аффинной хроматографии. Проведено химическое отщепление пептида от белка-слияния путем обработки бромцианом. Соответствие структуры полученного пептида ожидаемой подтверждено методом MALDI-TOF.

ПОЛУЧЕНИЕ ^{186}Re ПО РЕАКЦИИ $^{186}\text{W}(d,2n)$ НА ЦИКЛОТРОНЕ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

Баулин А.А., Большаков В.М.

Научный руководитель: Головков В.М., к.ф.-м.н., заведующий лабораторией получения радиоактивных веществ Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: baulin.91@mail.ru

Перспективным терапевтическим нуклидом, который позволяет в процессе терапии проводить диагностику его распределения в организме методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), является ^{186}Re . Известно, что ^{186}Re можно получить при облучении мишени, обогащенной ^{185}Re , нейтронами в ядерном реакторе, однако при этом ^{186}Re получают с носителем и недостаточной для применения в радио-иммунотерапии удельной активностью. Для получения ^{186}Re без носителя с высокой удельной активностью, необходимо использовать ядерные реакции на заряженных частицах [Alekseev I.E., Lazarev V.V, Radiochemistry, 48,2006].

Цель данной работы получение экспериментальных данных о сечении реакции $^{186}\text{W}(d,2n)^{186}\text{Re}$ и оценка возможности наработки ^{186}Re с использованием циклотрона Р-7М.

Толстую мишень из металлического вольфрама природного изотопного состава бомбардировали дейтронами с энергией $E_d = 12,5$ МэВ. На Рис.1 приведено полученное сечение реакции $^{186}\text{W}(d,2n)^{186}\text{Re}$, которые неплохо согласуются с данными других авторов [Электронный ресурс – <https://www-nds.iaea.org/radionuclides/w86d6re0.html>]. Выход ^{186}Re для $E_d = 12,5$ МэВ и толстой мишени из природного металлического вольфрама, оказался равен – 2.3 ± 0.15 МБк/мкАч. Для мишени из обогащенного ^{186}W выход равен (8.2 ± 0.3) МБк/мкАч.

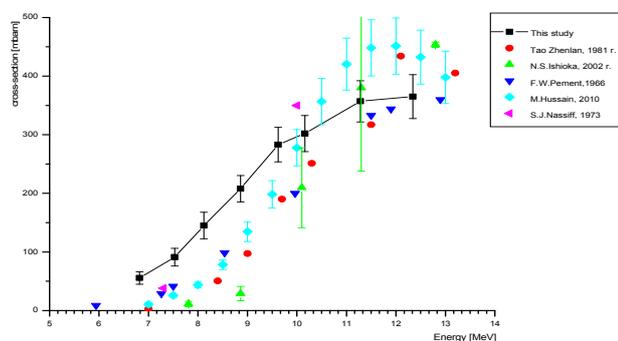


Рис.1- Сечение реакции $^{186}\text{W}(d,2n)^{186}\text{Re}$.

Полученные данные подтверждают возможность наработки до 4-5 ГБк ^{186}Re за 10-12 часов облучения мишени из обогащенного ^{186}W на низкоэнергетическом циклотроне типа Р-7М для получения терапевтических радиофармацевтических препаратов.

ОБРАБОТКА ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ НАНОМАТЕРИАЛОВ – ОЧИСТКА ИЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЕ?

Горячев М.О.

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

E-mail: maxgor95@gmail.com

Вода всегда была одной из основных потребностей человека. С быстрым ростом населения, количество пригодной воды все уменьшается. Для решения данной проблемы предлагается использовать наноматериалы в очистительных системах.

Целью исследования определить безопасность использования наноматериалов для обработки воды.

Фильтры на основе наноматериалов помогут обеспечить чистой водой многие части Африки, Индии и других стран.

На сегодняшний день существует четыре класса наноразмерных материалов, которые в настоящее время оцениваются как функциональные материалы для очистки воды: дендримеры, содержащие металл наночастиц, цеолиты и углеродистые наноматериалы. Они имеют широкий спектр физико-химических свойств, которые делают их особенно привлекательными для очистки воды.

Например, углеродные мембраны способны удалять множество типов загрязняющих веществ, находящихся в воде - мутность, нефть, вирусы и бактерии, органические загрязнители.

При этом поры нанотрубок из углерода меньше обычных, а пропускная способность - такая же или лучше, чем у применяемых в очистных сооружениях материалов.

Однако существует опасность использования наноматериалов. По результатам исследований ученых Университета Кентукки (США) наночастицы металлов способны накапливаться в тканях организмов, что отрицательно сказывается на репродуктивных функциях живых организмов.

Ученые Университета Осаки (Япония) выяснили, что наночастицы диоксид титана и кремния способны проникать сквозь плаценту и накапливаться в печени и мозге плода, а также подавляют рост сине-зеленых водорослей, что приводит к вымиранию водных обитателей. Кроме этого, наночастицы отрицательно влияют на метаболизм жиров.

Таким образом, можно сделать вывод, что наночастицы содержащиеся в воде могут погубно сказаться на состоянии здоровья, поэтому нельзя допустить их попадание в отфильтрованную воду.

АКТУАЛЬНО ЛИ ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ?

Данченко В.А.

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

E-mail: vladimirdan@sibmail.com

Одно из наиболее важных направлений в диагностики заболеваний – это диагностика рака на ранних стадиях. Смертность и заболеваемость раком в мире уже несколько десятилетий весьма высокая и эти показатели имеют тенденцию к увеличению.

В 2008 Lydia Sohn, доцент Калифорнийского университета Беркли, провела презентацию своего портативного наноцитометра во время «научной ярмарки», которая проводилась для членов Конгресса и Национального научного фонда (National Science Foundation). Наноцитометр – это карманное устройство, которое очень быстро определяет болезнь, тестируя всего одну каплю крови с помощью дешёвого доступного картриджа [<http://berkeleysciencereview.com>].

Для диагностики раковых заболеваний сотрудниками Quantum Dot Corporation предложено использование нанокристаллов. Их уникальным свойством является способность изменять окраску в зависимости от размера. Похожие свойства проявляют и другие наночастицы (nanoshells). Здесь толщина оболочки из наночастиц металла вокруг диэлектрического ядра влияет на длину волны поглощаемого света и, следовательно, на цвет самой частицы. Важное отличие от существующих оптических тестов состоит в том, что в данном случае появляется возможность работать в инфракрасной области. [<http://westlab.pratt.duke.edu/>]

В лаборатории Oak Ridge National Laboratory (ORNL) разработан сенсор, обладающий высокой селективностью и чувствительностью. Его наконечник представляет собой оптическое волокно диаметром 50 нм с присоединенными к нему антителами, которые могут распознавать и прикрепляться к определенным молекулам. Созданы биосенсоры на базе протеиновых нанопроволок.

Проанализировав статьи, однозначно можно сделать вывод, что применение наноматериалов для диагностики заболеваний очень перспективное направление, в особенности для диагностики такой страшной болезни как рак.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ СЕГМЕНТОВ СОСУДОВ И ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Карпович Н.И.

Научный руководитель: Алейник А.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: karpovitchnatalia88@mail.ru

Особая актуальность исследования сократительной активности гладких мышц связана с ростом числа заболеваний сосудов и воздухоносных путей. Данные исследования в медико-биологическом эксперименте невозможны без применения высокоточных и доступных датчиков силы. В исследованиях используются кольцевые изолированные сегменты кровеносных сосудов и воздухоносных путей. Под действием определенного лекарственного препарата сегменты деформируются. В разработанном датчике величина силы деформации измеряется посредством преобразования ее в емкость.

Материал для исследования представлен кафедрой биофизики и функциональной диагностики СибГМУ. Перед началом исследования сегменты тестировали воздействием гиперкалиевого раствора Кребса (40 мМ), амплитуду ответа этого (контрольное) сокращения принимали за 100%. Величины сократительных ответов на тестирующие растворы оценивали в процентах от амплитуды контрольного сокращения. По результатам экспериментов строились кривые “доза-эффект”.

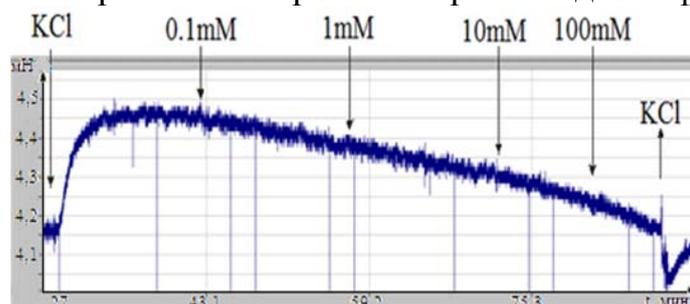


Рисунок 2 - Влияние L цистеина на механическое напряжение сегментов бронха морской свинки, предсокращенных гиперкалиевым раствором

Согласно полученным данным, донор сероводорода L цистеин в концентрациях 100мкМ-100мМ, оказывал релаксирующее действие, как у крыс, так и у морских свинок вне зависимости от наличия или отсутствия эпителия. Данные результаты могут иметь значения с позиции понимания роли сероводорода в развитии патологических заболеваний воздухоносных путей, а также способствовать поиску эффективных методов фармакологической коррекции данных состояний.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНВЕРСИИ ОТ ВРЕМЕНИ ОБЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В РАСТВОРЕ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ФУРОКУМАРИНОВ

Краюхина В.С.

Научные руководители: Брянцева Н.Г., к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры общей и экспериментальной физики Томского государственного университета, г.Томск
Чайковская О.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и спектроскопии Томского государственного университета, г.Томск
E-mail: krayvlada0523@mail.ru

Замещенные кумаринов находят свое применение во многих отраслях науки. Например, некоторые кумарины применяют для очистки воды от грибков, фенолов и пестицидов. Так же они активно используются в медицине для фотодинамической терапии и ПУВА терапии. Но количество веществ, применяемых для проведения этих процедур, ограничено, и их действие, наряду с положительным влиянием, имеет также некоторые недостатки. Поэтому необходимо исследование новых соединений с как можно меньшим количеством побочных эффектов.

В целях исследования конверсии со временем облучения вещества в растворе, был проведен следующий эксперимент: были взяты растворители с разным пропорциональным содержанием в этаноле перекиси водорода. В первом случае была взята $1/2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и $1/2\text{H}_2\text{O}_2$. Затем добавив в этот растворитель исследуемое соединение раствор облучали в течении 2х часов лампой XeBr с длиной волны 283нм. Так же исследуемые вещества облучались лампой KrCl длиной волны 222нм, но по данным полученным в этой серии экспериментов наблюдали другие закономерности. Изменения, которые происходили в исследуемых растворах, фиксировали с помощью спектрофотометра ShimadzuUV-160. Затем, эксперимент проводили для $1/4$ и $1/8$ концентрации перекиси водорода, а четвертая серия была сделана только в этаноле.

Исследуемые объекты: 8-метоксипсорален (8-МОП) (использовалось в качестве известного вещества); 3,4-фенил-4',5'-циклогексилпсорален (КСЗ), триоксален (КС6).

В результате проведенных экспериментов было обнаружено, что при увеличении концентрации H_2O_2 происходит распад исследуемого соединения и, следовательно, приводит к увеличению конверсии по сравнению с первоначальным раствором (без добавления H_2O_2). Присутствие H_2O_2 является определяющим фактором для достижения высоких значений конверсии. Тем не менее, нет никакого существенного улучшения для более высоких пропорций.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА, СФОРМИРОВАВШЕГОСЯ В СВАРНОМ ШВЕ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ

Кучумова И. Д.

Научный руководитель: Батаев А.А., к.т.н., доцент кафедры
материаловедение в машиностроении Новосибирского
государственного технического университета, г.Новосибирск
E-mail: ivannakz@mail.ru

Одним из методов соединения разнородных материалов является сварка взрывом. Такие биметаллы, полученные сваркой взрывом, обладают высокой коррозионной стойкостью и низкой токсичностью, поэтому могут использоваться в биомедицине и химической промышленности [Дерибас А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом. 2-е изд., доп. и перераб. – Новосибирск: Наука, 1980.].

В данной работе рассматривается процесс сварки взрывом фольги ниобия размерами 50x50x0,1 мм и пластины нержавеющей стали размерами 70x70x3мм. Пластины соединялись по технологии подводной сварки взрывом, которая позволяет гибко регулировать параметры сварки. Сварка взрывом фольги ниобия и пластины нержавеющей стали производилась в университете г. Кумамото (Япония).

Полученный материал исследовался методами оптической микроскопии, растровой электронной и просвечивающей электронной микроскопии. Шлифы для растровой электронной микроскопии и оптической микроскопии были подготовлены по стандартной технологии. Образцы для просвечивающей электронной микроскопии готовили в несколько этапов, после которых были получены тонкие диски толщиной 20-200 мкм с небольшим отверстием в центре, края которого имели толщину менее 100 нм. Для оценки механических свойств полученного материала использовался метод измерения микротвёрдости по Виккерсу.

Исследования на оптическом микроскопе позволили установить, что граница раздела имеет типичную для сварки взрывом волнообразную морфологию. На растровом электронном микроскопе были исследованы вихревые зоны, образовавшиеся в вершинах и впадинах. Эти зоны представляют собой области, в которых происходило перемешивание двух материалов – ниобия и нержавеющей стали. Исследования зон перемешивания при помощи просвечивающей электронной микроскопии показали, что материал в этих участках находится в аморфном состоянии. Косвенным подтверждением формирования аморфной фазы являются высокие значения микротвёрдости вихревых зон.

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДЫ ДОННОГО ГРУНТА РЕКИ ВОРОНЫ АПЛИКАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Марина О.А.

Научный руководитель: Буковский М.Е., к.географ.н., доцент
кафедры экологии и туризма Тамбовского государственного
университета имени Г.Р. Державина, г.Тамбов

E-mail: Lady.marina10@mail.ru

Определяющее значение при оценке загрязнения донных отложений придается малорастворимым и малоподвижным токсическим веществам, которые накапливаются в донных отложениях [Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, под ред. В.А. Абакумова, Ленинград, Гидрометеиздат, 1983].

Целью работы стала оценка самоочищающей способности донного грунта реки Вороны.

Река Ворона вторая по значению и по величине водная артерия Тамбовщины. Протекает на востоке и юго-востоке Тамбовской области. Исследование процесса самоочищения донного грунта от белкового загрязнения проводили путем изучения активности протеолитических ферментов методом аппликации на рентгеновской пленке [Тарарина Л.Ф. экологический практикум для студентов и школьников, Аргус, 1997].

Исследование проводилось с 14 по 20 августа 2013 года на территории Тамбовской и Воронежской областей на семи створах. Результаты представлены на рис. 1.

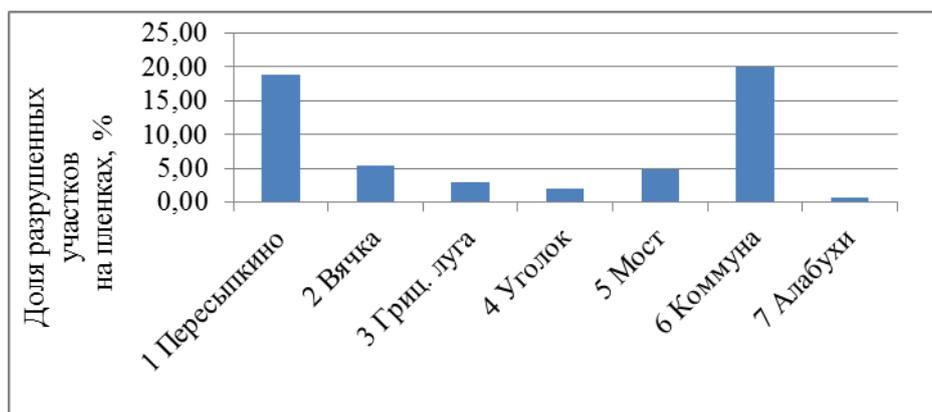


Рис.1. Степень разрушения желатинового слоя пленки по створам

Активность протеолитических ферментов снижается от первого створа к четвертому, что свидетельствует о снижении самоочищающей способности донного грунта. С четвертого по шестой створы самоочищающая способность возрастает. И на седьмом створе активность протеолитических ферментов снижается.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ (Al_2O_3) ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ Cd^{2+} ИЗ ВОДНЫХ СРЕД

Мартемьянова И.В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры
физической и аналитической химии Томского политехнического
университета, г.Томск

E-mail: martemiv@yandex.ru

Среди существующих методов очистки водных сред от ионов тяжёлых металлов всё более распространённым способом является применение модифицированных адсорбентов. Одними из активных компонентов, которыми проводят модификацию сорбционных носителей, с целью придания им дополнительных сорбционных свойств, являются соединения алюминия [Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А., Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования № 8 (часть 3), 2013]. В данной публикации определяется эффективность использования окиси алюминия (Al_2O_3) для извлечения ионов Cd^{2+} из водных сред.

Эксперимент по определению сорбционной способности окиси алюминия (Al_2O_3) при извлечении ионов Cd^{2+} из модельного раствора проводили в статическом режиме, при перемешивании на магнитной мешалке. К 0,2 г окиси алюминия помещенной в стеклянный стакан, приливали 20 см³ модельного раствора, приготовленного из ГСО состава раствора ионов кадмия, с начальной концентрацией 4,065 мг/дм³. Раствор получали с использованием дистиллированной воды. После процесса сорбции фильтрат отделяли от сорбента центрифугированием при 10000 об/мин. и определяли равновесные концентрации адсорбатов методом инверсионной вольтамперометрии.

В таблице представлены сорбционные характеристики окиси алюминия (Al_2O_3) при извлечении ионов Cd^{2+} из модельного раствора в условиях статики.

Время сорбции, мин.	Концентрация ионов Cd^{2+} в фильтрате, мг/дм ³	Степень сорбции, %	ПДК в воде, мг/дм ³
1	3,855	5,17	0,001
15	3,795	6,65	
60	1,915	52,9	

Из таблицы видно, что при малом времени процесса сорбции (1 и 15 минут), наблюдаются незначительные сорбционные свойства у окиси алюминия. При 60 минутах процесса сорбции, степень извлечения ионов Cd^{2+} из модельного раствора во много раз увеличивается.

На основании проведённой работы можно сделать вывод, что окись алюминия (Al_2O_3) эффективно очищает воду от ионов Cd^{2+} при длительном времени сорбции.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ As^{3+} ИЗ МОДЕЛЬНОГО РАСТВОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОСТРУКТУРНОГО СОРБЕНТА

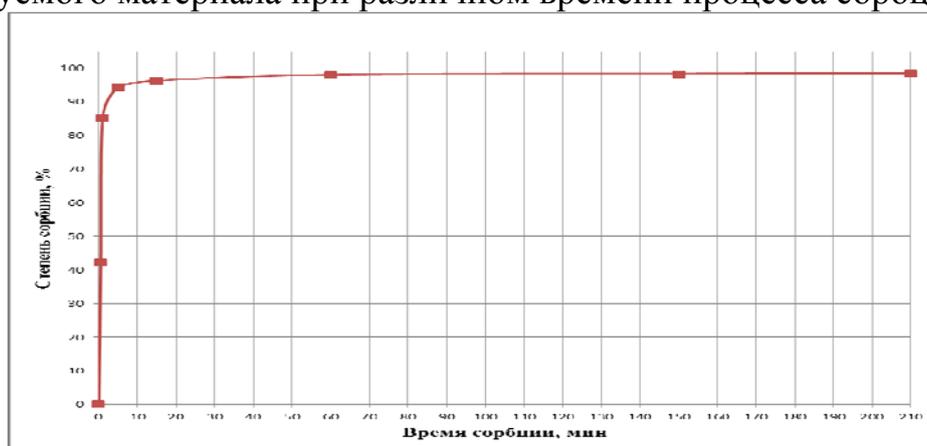
Мартемьянова И. В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: martemiv@yandex.ru

Проблема загрязнения водных сред мышьяком во многих странах мира стоит очень остро [Немодрук А.А., Аналитическая химия мышьяка, М. Наука, 1976]. Одним из эффективных методов по удалению мышьяка из водных сред является сорбционный способ. В данной работе рассматривается возможность извлечения ионов As^{3+} из модельного раствора с помощью наноструктурного сорбента [Патент 2328341 RU. МПК В01J20/06. Сорбент для очистки воды от ионов тяжёлых металлов / Лисецкий В.Н., Лисецкая Т.А., Меркушева Л.Н., Оpubл. 10.07.2008]. Исследуемый наноструктурный сорбент состоит из природного цеолита модифицированного бемитом и оксигидроксидом железа.

Процесс сорбционной очистки модельного раствора осуществлялся в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. На 0,2 г сорбента брали 20 см³ раствора с начальной концентрацией 5,04 мг/дм³ и проводили перемешивание при разном времени контакта. После процесса сорбции отделяли сорбент от фильтрата на бумажном фильтре «синяя лента». Определение ионов As^{3+} в фильтрате осуществляли с использованием метода инверсионной вольтамперометрии. На графике представлена сорбционная способность исследуемого материала при различном времени процесса сорбции.



По результатам проведённой работы видно, что основная степень очистки раствора происходит в первую минуту процесса сорбции и плавно возрастает с увеличением времени контакта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРНОГО ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

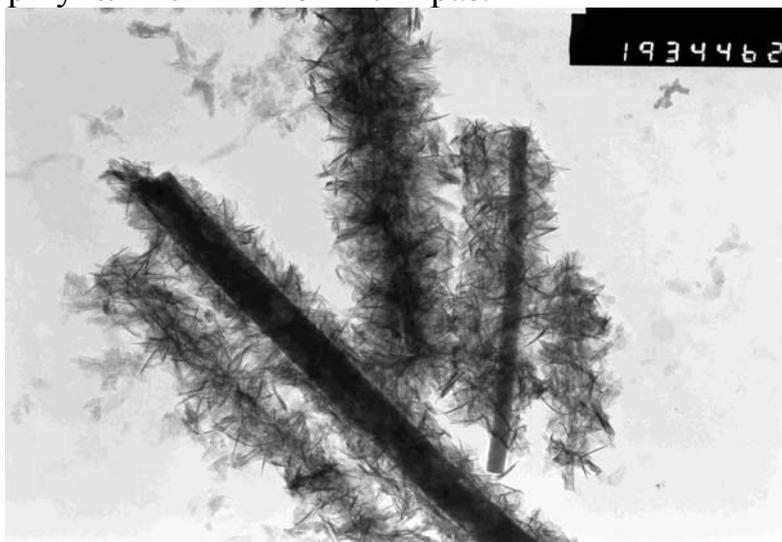
Мартемьянова И.В.

Научный руководитель: Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры
физической и аналитической химии Томского политехнического
университета, г.Томск

E-mail: martemiv@yandex.ru

Одними из приоритетных примесей находящих в гидросфере являются микробиологические загрязнения. Среди различных методов очистки воды от микробиологических загрязнений в последние годы всё чаще находит применение использование фильтровальных материалов с модифицированным зарядом поверхности. В данной публикации изучается наноструктурный фильтровальный материал на основе стекловолокна с иммобилизованными на его поверхности нановолокнами оксигидроксида алюминия [Лисецкий В.Н., Лисецкая Т.А., Репин В.Е., Пугачев В.Г. Сорбент и способ его получения // Описание изобретения к патенту. – Томск, 2004. – С. 1].

При проведении исследования фильтровального материала была определена удельная поверхность образца по методу БЭТ на приборе «СОРБОМЕТР М», которая составила 179,1 м²/г. Для изучения морфологии поверхности исследуемого фильтровального материала применяли просвечивающую электронную микроскопию (просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL, Япония). На рисунке представлен образец исследуемого фильтровального материала при увеличении в 19 тысяч раз.



На микрофотографии видно, как нановолокна оксигидроксида алюминия иммобилизованы на поверхности стекловолокон. В процессе изучения морфологии поверхности исследуемого образца, определили размеры нановолокон оксигидроксида алюминия, которые составили: длина – 150-200 нм, ширина – 2 нм.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ НАПЛАВКА ТУГОПЛАВКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТИТАН VT1-0

Матц О.Э., Стексова Ю.П.

Научный руководитель: Батаев И.А., к.т.н., доцент кафедры
материаловедения в машиностроении Новосибирского
государственного технического университета, г.Новосибирск

E-mail: o.matts@mail.ru

Отличные механические свойства, высокая коррозионная стойкость и биосовместимость обуславливают применение титановых сплавов для создания ортопедических имплантатов. Большинство титановых сплавов легируются нетоксичными тугоплавкими металлами. В результате существенно повышается стоимость материала. Выгодным подходом является поверхностное легирование сплавов необходимыми элементами. В данной работе для поверхностного легирования титановых сплавов танталом, ниобием, цирконием и гафнием использован метод вневакуумной электронно-лучевой наплавки, которая производилась в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН на ускорителе электронов ЭЛВ-6. Для предотвращения взаимодействия расплавленного металла с воздушной атмосферой использовали защитную среду - аргон. В работе исследовались наплавленные слои систем титан-гафний и титан-тантал-ниобий.

На оптическом микроскопе проведены исследования микроструктуры. В наплавленных слоях систем не обнаружены поры и микротрещины. Методом микрорентгеноспектрального анализа определены концентрации: гафния 8,1 % (вес.) в системе Ti-Hf, тантала от 13 до 30 % (вес.) и ниобия от 4 до 21 % (вес.) в системе Ti-Ta-Nb. Для наплавленных слоёв были характерны 3 зоны: наплавленный слой, зона термического влияния и зона, не подвергнувшаяся тепловому воздействию в процессе наплавки. На основании анализа диаграмм состояния, можно сделать вывод, что в процессе кристаллизации сначала выделяется β -фаза, представляющая собой ОЦК твёрдый раствор легирующих элементов в Ti. Из-за высокой скорости охлаждения, переход β -фазы в α -фазу происходит по мартенситному механизму. Детальные исследования показали, что первая зона во всех случаях имеет мелкодисперсное пластинчатое строение. В образцах выявление структуры путем травления затруднительно, что свидетельствует об их более высокой коррозионной стойкости. Микротвердость по Виккерсу наплавленных слоёв превышает примерно два раза значение твёрдости материала основы.

Таким образом, метод электронно-лучевой наплавки позволяет получать бездефектные и коррозионностойкие покрытия систем титан-гафний и титан-тантал-ниобий на пластинах чистого титана.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Мельников Е.С., Иванова А.А.

Научный руководитель: Сурменев Р.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры
теоретической и экспериментальной физики Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: melnikov.evgeniy92@mail.ru

Данная работа посвящена исследованию серебросодержащего кальций-фосфатного покрытия (Ag-ГА) для создания биоактивных поверхностей металлических имплантатов, проявляющих так же антибактериальные свойства.

Покрытия напылялись методом ВЧ-магнетронного распыления многокомпонентной мишени, приготовленной по керамической технологии из Ag-ГА порошка. Прекурсор был изготовлен методом механохимического синтеза.

Результаты сканирующей электронной микроскопии показали образование покрытия с островковой морфологией и столбчатой структурой в поперечном сечении. Наличие Са, Р, О и Ag в покрытии Ag-НА было подтверждено рентгено-дисперсионным анализом. Отношение Са / Р сформированных покрытий составило 1,6.

РФА позволил установить, что на рентгенограмме Ag-ГА покрытия отсутствуют пики серебра. При этом расчет методом Ритвельда показал увеличение параметров кристаллической решетки ГА в покрытии, в сравнении с объемной решеткой ГА из базы данных ICDD. Обнаруженный эффект может служить признаком того, что серебро входит в структуру ГА при формировании покрытия. Катионное замещение кальция на серебро, приводит к увеличению параметров решетки в силу разности атомных радиусов элементов. Другим доказательством этого служат данные ИК-спектроскопии, которые показали наличие линий всех химических групп, характерных для ГА. При этом интенсивность линий ОН уменьшается в Ag-ГА покрытии по сравнению с колебанием ОН группы в материале мишени. В литературе известны данные, доказывающие, что изменение интенсивности колебания ОН группы происходит при катионном замещении Са²⁺ ионом с меньшим зарядом.

Таким образом, методом ВЧ-магнетронного напыления было сформировано Ag-НА покрытие. Преимуществом данного подхода является возможность формирования биоактивного покрытия, содержащего антибактериальное серебро. Данное покрытие перспективно использовать для модифицирования поверхности металлических дентальных имплантатов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОЙ КЕРАМИКИ С УЧЕТОМ СТРУКТУРЫ ПОРИСТОСТИ

Микушина В.А.

Научный руководитель: Сидоренко Ю.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры механики деформируемого твердого тела Томского государственного университета, г.Томск
E-mail: mikushina_93@mail.ru

Одной из актуальных задач материаловедения является разработка технологий проектирования и создания новых материалов для использования в хирургической медицине. Главным требованием к таким материалам является их биологическая совместимость с живыми тканями организма человека, которая обеспечивается, в частности, наличием развитой системы пор. Наличие развитой системы пор и соединяющих их каналов дает возможность живым тканям организма человека «прорасти» внутрь имплантата, что позволяет говорить об образовании с течением времени специфического материала (биокомпозита), матрицей которого является керамика, а наполнителем – биологические ткани живого организма. Одним из перспективных классов таких материалов является высокопористая керамика на основе диоксида циркония [Буякова С.П. Структура, фазовый состав и механическое поведение керамики на основе диоксида циркония / С.П. Буякова, С.Н. Кульков, В.И. Масловский // Вестник ТГУ. 2003. В. 13. С. 61-87.].

Исследование таких материалов может проводиться с использованием подходов, применяемых в механике композитов. Построение компьютерных моделей таких материалов требует решения вопроса о степени влияния разных элементов структуры пористости. В работе исследуется влияние учета наличия соединительных каналов в структуре пористости биокомпозита на результаты моделирования его механических свойств.

Исследования проводились для биокомпозита «кортикальная кость – керамика на основе ZrO_2 ». Задача решалась с использованием многоуровневой вычислительной модели. Проведенные исследования показали, что уточнение параметров структуры пористости может приводить к существенному изменению результатов численного моделирования. В частности отмечено существенное (практически на 30%) снижение эффективного значения модуля упругости биокомпозита, а также рост сопротивления накоплению повреждений.

ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ: ПРИМЕНЕНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

Подгаецкая В.В.

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

E-mail: podgaetskaya.vera@mail.ru

Коллоидные квантовые точки – полупроводниковые нанокристаллы с размером в диапазоне 2-10 нанометров, состоящие из 10^3 - 10^5 атомов, созданные на основе неорганических полупроводниковых материалов Si, InP, CdSe и т.д., покрытые монослоем стабилизатора («шубой» из органических молекул, рис.1).

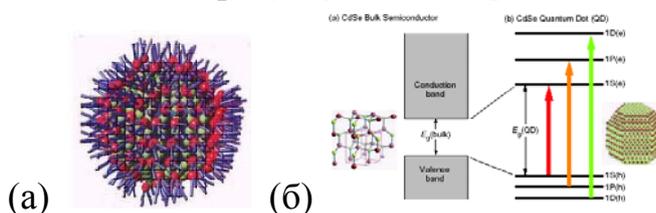


Рис.1 (а) Квантовая точка, покрытой «шубой» стабилизатора, (б) трансформация зонной структуры полупроводника при уменьшении размера. [Semiconductor and metal nanocrystals. Edited by V.Klimov. New York, Marcel Dekker Inc. 2004.]

Квантовые точки по своим размерам больше традиционных для химии молекулярных кластеров (~ 1 нм при содержании не больше 100 атомов). Коллоидные квантовые точки объединяют физические и химические свойства молекул с оптоэлектронными свойствами полупроводников. При использовании КТ в качестве флуорофоров для визуализации опухолей часто необходимо их связывание с различными направляющими молекулами, обеспечивающими селективную доставку КТ к опухолевым клеткам и их компонентам. На сегодняшний день применяют два основных подхода к присоединению направляющих молекул к КТ: непосредственное связывание (как правило, ковалентное) белковых молекул с активными группами на поверхности КТ и присоединение с помощью адапторов.

Площадь поверхности нанокристаллов достаточно велика и доступна для связывания на ней нескольких биологических молекул. От 2 до 5 белковых молекул и более 50 небольших молекул (олигонуклеотидов или пептидов) могут быть связаны с одной наночастицей диаметром 4 нм. Более перспективным подходом к связыванию КТ с антителами представляется использование так называемых самособирающихся адапторов – небольших «липких» молекул, с высокой эффективностью и специфичностью связывающихся друг с другом, но не образующих гомодимеров. [Т. А. Здобнова, Acta naturae, ТОМ 3 № 1 (8) 2011].

ВЛИЯНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ НА ВЫХОД ЛАКТИДА

Похарукова Ю.Е., Яркова А.В., Зиновьев А.Л.

Научные руководители: Фитерер Е.П., к.х.н., старший преподаватель кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета, г.Томск
Новиков В.Т., к.х.н., доцент кафедры технологии органических веществ и полимерных материалов Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: poharukova@gmail.com

В последнее время возрос промышленный интерес к биоразлагаемым полиэфирам. С одной стороны, такие полимеры – современная замена традиционных пластиков для изготовления упаковочных материалов массового потребления для уменьшения воздействия на окружающую среду отходами полимерных изделий [Lim L.T., Auras R., Rubino M. // Prog. Chem., 2008. № 33. P. 820 – 852]. С другой стороны, полимеры на основе молочной кислоты и других оксикислот широко используются в изделиях медицинского назначения [Yokooyama T., Huang C. C. // KONA Powder and Particle, 2005. № 23. P. 7 – 17].

Для создания полимерных материалов с заданными свойствами на основе молочной, а также других оксикислот, необходимо получить мономер (лактид) высокой степени чистоты с большим выходом. Поэтому представляло интерес оценить влияние инертной среды на выход и чистоту лактида-сырца.

Для получения олигомера использовали 80% водный раствор молочной кислоты производства PURAC (Испания).

Стадия получения олигомера МК проводилась на роторно-вакуумном испарителе Heidolph Hei-VAP, а синтез лактида-сырца на установке для вакуумной перегонки с воздушным холодильником по ранее описанной методике [А.В. Яркова, В.Т. Новиков, А.А. Шкарин, Ю.Е. Похарукова Синтез лактида для производства биоразлагаемых полимеров// Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2014. Т. 57. №. 11. С. 66 – 68].

В данной работе использовали в качестве газообразного инертного вещества – азот и аргон. Азот получали с помощью генератора азота ГА-200, который обеспечивает объемную долю азота не менее 99,6% об, а примеси содержат кислород (до 0,4%), аргон, неон, гелий. Использовали аргон из баллонов (ТУ 6-21-12-94).

Полученные результаты свидетельствуют, что использование в качестве инертной атмосферы азота и аргона приводит к увеличению выхода и чистоты лактида-сырца. В присутствии воздуха выход лактида-сырца составил 62...65%, а в среде инертного газа выход лактида-сырца увеличивается на 5...10%. Чистоту лактида определяли методом ВЭЖХ и по его температуре плавления.

ПОЧЕМУ АКТУАЛЬНЫ БИОСОВМЕСТИМЫЕ ПОКРЫТИЯ СОДЕРЖАЩИЕ НАНОЧАСТИЦЫ?

Ремизов И.И

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

E-mail: Нawjeke@yandex.ru

Как показывает анализ мировой литературы, последние годы ознаменовались взрывным ростом интереса к принципиально новым наноструктурированным биосовместимым композитным материалам и покрытиям, востребованным в медицинской практике в задачах хирургии или диагностики [<http://nano.msu.ru/research/directions/biocompatibles>].

Биосовместимые пленки могут быть использованы:

- Для изменения свойств поверхности соприкосновения между имплантатом и тканями человека;
- Для улучшения устойчивости к истиранию и коррозии;
- Для уменьшения диффузии и фрикционных свойств;
- В диагностике и в препаратных областях;
- Для нанесения поверхностных покрытий, которые препятствуют росту бактерий.

На данный момент разрабатываются микропористые и наноструктурированные биосовместимые покрытия из химических соединений:

- Оксидов нетоксичных металлов;
- Нанокристаллов [<http://www.beneq.com/ru/biosovmestimye-pokrytiya.html>].

Биосовместимые покрытия на медицинских имплантах:

- Корпус искусственного клапана сердца
- Фиксатор - эндокорректор позвоночника
- Ротор искусственного левого желудочка сердца

Вывод: Биосовместимые покрытий содержащие наночастицы востребованы в медицинской практике в задачах хирургии или диагностики. Это связано с разработкой новых подходов к выбору наиболее безопасных для организма материалов.

СИНТЕЗ, ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА ГЛИОКСАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Сорванов А.А.

Научный руководитель: Филимошкин А.Г., д.х.н., профессор кафедры высокомолекулярных соединений и нефтехимии Томского государственного университета, г.Томск
E-mail: wellitson@gmail.com

Актуальность работы обусловлена практической ценностью этилового эфира глиоксалевого кислоты (ЭЭГК) как ценного компонента, который применяется при производстве фармацевтических препаратов, в том числе и синтезе биоразлагаемых полимеров (рис. 1)

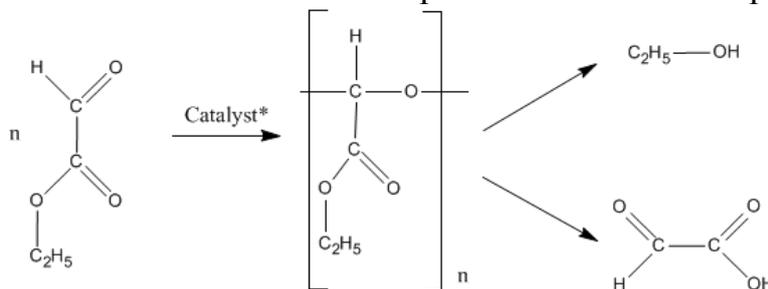


Рисунок 1. Полимеризация ЭЭГК и его биоразрушение

Данный класс биополимеров является слабоизученным, однако находит своё применение в системах адресной доставки лекарств как компонент оболочек.

Цель работы: синтез ЭЭГК с использованием глиоксалевого кислоты (ГК) и её солей, оценка выхода, идентификация эфира и его очистка.

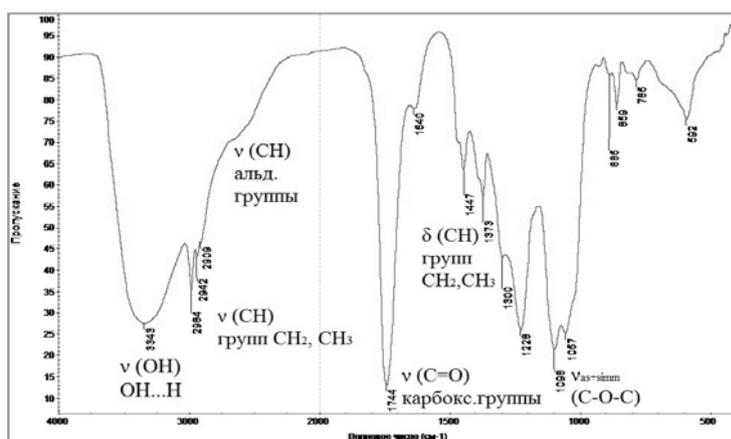


Рисунок 2. ИК-спектр синтезированного эфира и его интерпретация

Способы синтеза:

№1. Этерификация ГК этиловым спиртом. Выход - 15%.

№2. Взаимодействие кальциевой соли ГК с избытком этилового спирта и эквивалентным количеством серной кислоты. Выход - 90%.

Результаты: Синтезирован этилглиоксалат различными способами с выходами от 15 до 90%; интерпретирован ИК-спектр эфира (рис. 2). Проведена оптимизация подходов к синтезу, выделению и очистке продукта; вещество подготовлено к полимеризации.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Оспан А.А.

Научный руководитель: Алейник А.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной физики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: ospanova.ajnura@mail.ru

Как правило, пластики имеют химически инертную поверхность с низким поверхностным натяжением, что затрудняет образование связей с подложками или полному отсутствию сцепления [Н. Dong, Surf. Coat. Technol., vol. 111, 1999; Н. Iwada, J. Appl. Polym. Sci., Part A. Polym Chem., vol. 26, 1988]. Обработка поверхности различными методами позволяет повысить поверхностную энергию. Обработка холодной атмосферной плазмой является наиболее эффективным методом. Электроны, бомбардирующие поверхность, разрывают молекулярные связи на поверхности. Образовавшиеся свободные радикалы взаимодействуют с другими радикалами на поверхности, образуя перекрестные связи. Разработанный источник холодной плазмы позволяет повысить величину поверхностной энергии. Полиэтилентерефталат часто используется в медицинских исследованиях. Для повышения его биосовместимости пленки были обработаны холодной атмосферной плазмой. Проведенные исследования показали, что контактный угол после обработки холодной плазмы уменьшается от 100° до 30° .

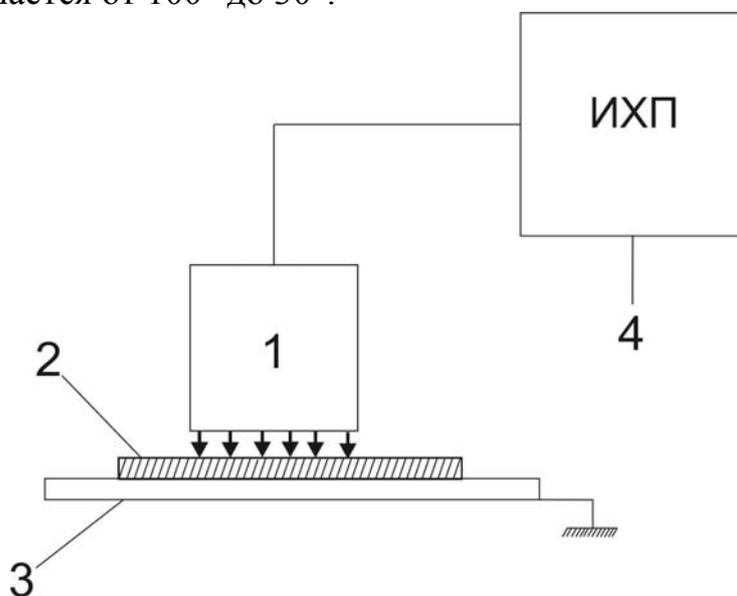


Рисунок. 1 – В/В электрод, 2 – пленка, 3 – земля,
4 – источник холодной плазмы

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ТЕХНОЛОГИИ БИОПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСОВЫХ ОТХОДОВ

Третьякова А.А., Степаненко Д.С.

Научный руководитель: Буковский М.Е., к.географ.н., доцент кафедры экологии и туризма Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, г.Тамбов
E-mail: mikezzz@mail.ru

После развала СССР и кризиса 90-х годов многие промышленные предприятия прекратили своё существование. Кроме полуразрушенных корпусов от этих предприятий, зачастую, остались весьма обширные по площади свалки промышленных отходов. Одним из таких предприятий и является бывший химический завод в г. Уварово Тамбовской области. После прекращения его существования остались огромные отвалы фосфогипса, являющегося побочным продуктом при производстве фосфорных удобрений.

Целью работы является анализ возможностей биопереработки фосфогипсовых отходов Уваровского химического завода путём внесения в качестве мелиоранта на сельскохозяйственные поля.

В ходе работы нами были решены следующие задачи:

1. Определение их площади непосредственно на месте и ориентировочная оценка объёмов фосфогипса, содержащихся в промышленных отвалах.
2. Определение состава и структуры фосфогипса отвалов Уваровского химического завода.
3. Оценка токсичности фосфогипса из отвалов Уваровского химического завода методом биотестирования.

В результате проделанной работы мы установили, что площадь отвалов составляет 6,4 км². Количество фосфогипса в отвалах ориентировочно оценивается нами в 35 млн. тонн.

В результате элементного анализа установлено, что образец фосфогипса содержит кальций, кислород, углерод и серу. Тяжёлых металлов при анализе не обнаружено.

По результатам биотестирования можно сказать, что добавление фосфогипса в почву не оказало токсического влияние на выращенные растения.

Основываясь на результатах проделанной работы, мы можем сделать вывод о возможности использования фосфогипса из отвалов Уваровского химического завода в качестве мелиоранта для внесения на сельскохозяйственные поля.

ПОЛИМЕРНЫЕ ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Филиппова Е.О.

Научный руководитель: Пичугин В.Ф., д.ф.-м.н., заведующий кафедрой теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: katerinabosix@mail.ru

Ведущее место причин слепоты и слабовидения занимают повреждения и заболевания роговицы [Гундорова Р.А., Рефракционная хирургия и офтальмология, 27, 2007].

Эндотелиально - эпителиальная дистрофия (ЭЭД) роговицы - тяжелое и прогрессирующее заболевание, трудно поддающееся лечению [Каспаров А.А., Современные методы диагностики и лечения заболеваний роговицы и склеры, 47, 2007].

Одним из перспективных направлений в лечении ЭЭД является использование полупроницаемых мембран, нормализующих движение жидкости в роговой ткани и обеспечивающих тем самым ее прозрачность. Особый интерес представляют пористые мембраны небиологического типа на основе полимера полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Цель исследования – в эксперименте изучить возможность применения трековых полимерных мембран в хирургическом лечении ЭЭД роговицы.

Выполнена серия экспериментов на 8 кроликах породы Шиншилла, которым моделировали ЭЭД роговицы. Через 3 недели после развития патологического процесса животным интрастромально имплантировали трековые полимерные мембраны «ТОМТРЕК» на основе ПЭТФ с диаметрами пор 0,4 мкм и плотностью $5 \cdot 10^6$ пор/см².

Поры в мембранах формировались при облучении полимера ПЭТФ ионами $^{40}\text{Ar}^{+8}$ с энергией 41,5 МэВ с последующей химической обработкой в растворе щелочи [Флеров Г.Н., Успехи физ. наук, 351, 1974]. Через 5 недель осуществляли забор материала. Гистологического исследования показало, что умеренные изменения в передней трети стромы роговицы – между имплантированной ТМ и слоями роговичной ткани – свидетельствуют о стабилизации патологического процесса.

Выводы: Имплантация ТМ в строму роговицы при ЭЭД протекает без отторжения имплантата и способствует стабилизации патологического процесса в роговой оболочке. Предлагаемый метод хирургического лечения ЭЭД может быть рекомендован к апробации в клинических условиях.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИКРОДУГОВЫХ БИОПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННОГО ГИДРОКСИАПАТИТА НА ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА Ti-40Nb

Чебодаева В.В., Комарова Е.Г.

Научный руководитель: Шаркеев Ю.П., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией Института физики прочности и материаловедения СО

РАН, г.Томск

E-mail: vtina5@mail.ru

Перспективны для применения в медицинских целях композиты на основе кальцийфосфатных покрытий (КФ) на поверхности металлов, обеспечивающих механическую прочность всей конструкции. Внедрение в гидроксипатит (ГА) атомов Zn, Cu, Mg оказывает антибактериальное действие на костную ткань. Для использования в качестве подложки перспективным является класс псевдоупругих сплавов, в частности сплавы Ti-Nb, Ti-Nb-Zr, так как они существенно улучшают биомеханическую совместимость [Ю.П. Шаркеев, С.Г. Псахье, Е.В. Легостаева, А.Г. Князева, А.Ю. Смолин, А.Ю. Ерошенко и др. Биокompозиты на основе кальцийфосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелкозернистых биоинертных металлов, их биосовместимость и биодеградация / отв. ред. Н.З. Ляхов. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 596 с.]. Из всех методов формирования биопокрытий метод микродугового оксидирования (МДО) является одним из наиболее эффективных, благодаря созданию на поверхности металлов покрытий, характеризующихся хорошим спектром физико-химических свойств.

Цель работы – исследование физико-химических свойств поверхности КФ покрытий на основе Zn- и Cu-замещенного ГА на поверхности сплава Ti-40%мас.Nb (Ti-40Nb).

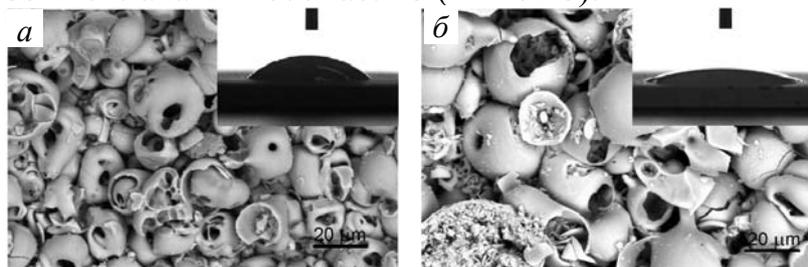


Рис. 1. Типичные РЭМ изображения КФ покрытий полученных при напряжениях МДО, В: (а) – 200, (б) – 300.

В результате работы было выявлено, что микродуговые КФ покрытия на основе Zn- и Cu-замещенного ГА на поверхности сплава Ti-40Nb имеют рентеноаморфную структуру, и как следствие высокую скорость биорезорбции, а также высокую смачиваемость (рис.1). Развитый рельеф и наличие в составе КФ покрытия ОН-групп, фосфатов и оксидов увеличивают гидрофильные свойства покрытий.

ПОЛУЧЕНИЕ СКЭФФОЛДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНОЙ И ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЙ

Чудинова Е.А.

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

политехнического университета, г.Томск

E-mail: e_chudinova93@mail.ru

Создание имплантатов с применением аддитивных технологий имеет одно из перспективных направлений в современной биомедицине. Эти уникальные технологии позволяют создавать имплантаты различных форм и размеров. Главные преимущества изделий, полученных с их использованием, – это легкость и пористость – характеристики материалов, которые очень ценны для имплантологии.

Однако при создании такого рода имплантатов актуальной остается проблема адгезии при помещении заменителя кости в организм человека. В связи с этим данная работа посвящена исследованию морфологии и фазового состава покрытия на основе гидроксиапатита (ГА), нанесенного на скэффолд из титанового сплава.

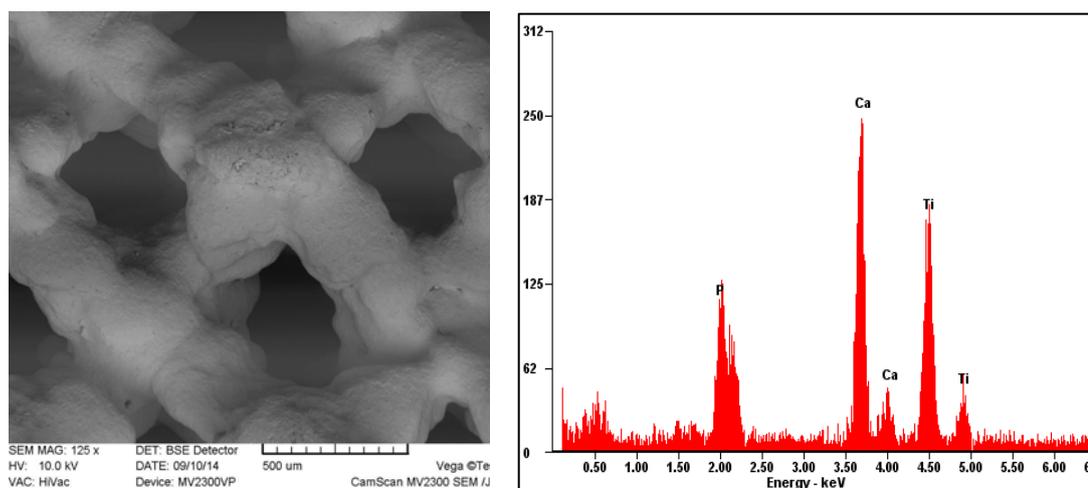


Рисунок 1. СЭМ-изображение (а) и РФЭС-спектр (б) титанового скэффолда с покрытием из ГА.

Исследование морфологии поверхности скэффолда показало, что в результате запыления углублений кальцийфосфатом произошло некоторое сглаживание микрорельефа. В ходе фазового анализа были получены рефлексы, соответствующие гексагональной структуре ГА. При этом отмечено, что интенсивность рефлекса при $25,9^\circ$ (002) выше табличного значения, что наблюдалось ранее [Сурменева М.А., RSC Adv, 3, 2013]. Полученные результаты будут использованы при дальнейших исследованиях.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА/ ГИДРОКСИАПАТИТА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Шаповалова Е.Г.

Научный руководитель: Филимошкин А.Г., д.х.н., профессор кафедры
высокомолекулярных соединений и нефтехимии Томского
государственного университета, г.Томск
E-mail: elena.shapovalova@ro.ru

Получение и исследование биокomпозитов, применяемых в медицине в качестве имплантатов, является одним из актуальных направлений современных наук о материалах. В настоящее время активно проводятся разработки биокomпозитов на основе полилактида (ПЛ) и гидроксиапатита (ГА), обладающих всеми требуемыми для применения их в качестве костных заменителей свойствами, важнейшими из которых являются близкая к прочности кости механическая прочность и отсутствие отрицательных реакций организма на инородный материал.

Цель работы заключается как в создании композитов на основе ПЛ и ГА, так и в исследовании их противовоспалительной активности на макрофагах крови человека.

Гидроксиапатит получали жидкофазным способом [Рассказова Л.А., Журнал прикладной химии, 5, 2013]. Полилактид получали из лактида [Поздняков М.А., Материалы X международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», 2013] ионной полимеризацией с раскрытием циклов *L*-лактида в присутствии октаноата олова.

Композит ПЛ-ГА получали смешением раствора полилактида в хлороформе и порошка гидроксиапатита, затем полученную суспензию обрабатывали ультразвуком с частотой 40кГц и высушивали до полного испарения растворителя при комнатной температуре.

Биосовместимость и противовоспалительную активность ГА и композитов ПЛ-ГА изучали на клеточно-опосредованный иммунный ответ индивидуальных доноров *in vitro*, используя *CD14+* моноциты человека.

Установлено, что чистый полилактид способствует выделению как про-, так и противовоспалительных цитокинов макрофагов. Гидроксиапатит является инертным материалом, не вызывающим выделения цитокинов. Композит ПЛ-ГА стимулирует выделение только противовоспалительного цитокина, что говорит о потенциальном наличии противовоспалительных свойств у композитов.

Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности Томского государственного университета при частичной поддержке, проекта Российского Фонда Фундаментальных исследований РФФИ # 15-08-05496_a.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ЛАКТИДА

Шкарин А.А., Яркова А.В.

Научный руководитель: Новиков В.Т., к.х.н., доцент кафедры
технологии органических веществ и полимерных материалов Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: sanya.sh.nu@yandex.ru

Внимание многих исследователей в настоящее время привлекает полилактид, являющимся самым крупнотоннажным биоразлагаемым и биорезорбируемым полимером. Это касается технологии его получения и переработки, сополимеризации и модификации этого полимера с целью удешевления продукции и придания этому материалу необходимых потребительских свойств, в том числе и для изготовления медицинских изделий.

Данная работа направлена на разработку технологии получения биосовместимых биорезорбируемых полимерных материалов с заданными свойствами на основе молочной, а также других оксикислот.

В промышленности синтез полилактида с большой молекулярной массой, а также её сополимеров осуществляется преимущественно через лактид с последующим раскрытием цикла под действием различных катализаторов.

В качестве сырья использовался лактид, полученный из водных растворов 80 %-ой L-молочной кислоты (МК) производства PURAC. Стадии получения лактида осуществляли по ранее указанной методике [Яркова А. В., Шкарин А. А., Похарукова Ю. Е., Новиков В. Т. Выбор условий для получения олигомеров молочной кислоты // Вестн. Том. гос. ун-та. 2014. № 385. С. 224–226].

Строение и чистота полученного лактида подтверждалась методом ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр Nicolet 5700), высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ Young Lin ClarityYL9100) и по температуре плавления (MeltingPointM-560).

Процесс полимеризации лактида проводился на ротационном испарителе серии «Heidolph Hei-VAP» и в ампуле, в которые загружали лактид, а также катализатор (октоат олова) и регулятор роста цепи (лауриловый спирт) в количестве 0,5...1%. В течение всего процесса полимеризации температуру поднимали от 140 до 210°C.

Идентификация полилактида осуществлялась с помощью вышеприведенных методов физико-химических методов анализа, а молекулярную массу определяли с использованием гель-проникающей хроматографии (Agilent Technologies 1260 Infinity, калиброванный по стандартным образцам полистирола).

Было показано, что молекулярная масса получаемого полимера (от 26000 до 110000) сильно зависит от содержания примесей в лактиде (молочная кислота, вода, олигомеры др.).

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОБОПОДГОТОВКИ НА СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ В МОДЕЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ

Юнда Е.Н.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: eny@tpu.ru

Интенсивное производство, повышенный спрос, данные о токсичности и высокая реакционная способность нанопорошков явились предпосылками для определения токсичности наноматериалов как нового класса поллютантов в окружающей среде. Однако, оценить токсические свойства является очень сложной аналитической задачей, потому что их свойства непрерывно меняются в тестируемой среде. В зависимости от условий пробоподготовки, состава среды, концентрации, размера и состава нанопорошков, при попадании в водные среды, несмотря на защитную оксидную пленку, наночастицы металлов способны растворяться [Misra S.K., Science of the Total Environment, 438, 2012].

Одним из ключевых факторов, влияющих на растворимость наночастиц является их концентрация. В настоящей работе оценивали реакционную способность металлических наночастиц в водных суспензиях разной концентрации.

В качестве объектов исследования были выбраны нанопорошки алюминия (Al) и никеля (Ni), полученные методом электрического взрыва (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск, Россия). Реакционную способность наночастиц оценивали через степень растворения.

В работе готовили суспензии на основе стандартного искусственного раствора поверхностных вод (OECD 203 medium, ISO 6341: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 29.38 mg/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 12.33 mg/L; NaHCO_3 – 6.48 mg/L; KCl – 0.58 mg/L; pH = 6).

Согласно экспериментальным данным для наночастиц Al и Ni характерна ограниченная растворимость (менее 3 % за 168 часов). Показано, что растворимость исследуемых материалов в значительной степени зависит от pH среды. Относительно низкая скорость и степень растворения наночастиц Ni и Al объясняется тем, что оба металла при pH = 6 характеризуются инертностью. Возрастание pH во время эксперимента свидетельствует об увеличении степени пассивации металлов и обуславливает снижение скорости перехода ионов металлов в раствор. С увеличением концентрации суспензий снижается степень растворения наночастиц исследуемых металлов.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРОМЫШЛЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ИХ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Юнда Е.Н.

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: eny@tpu.ru

Ввиду увеличения масштабов применения наноматериалов активно расширяется производство нанопорошков. С 1998 г. суммарное производство нанопорошков в г. Томске ежегодно достигает более 2т. [<http://www.nanosized-powders.com/about/>]. Малый размер и высокие значения удельной поверхности позволяют наночастицам интенсивно мигрировать в воздух рабочей зоны и вступать во взаимодействие с окружающей средой, в том числе организмом человека.

Проведенный литературный обзор показал, что при оценке механизма воздействия наноматериалов на живые организмы производимый эффект связывают непосредственно с исходными характеристиками наночастиц, не учитывая деградацию физико-химических свойств в тестируемых средах. Однако растворимость и изменение состава, морфологии, размера частиц в совокупности будут определять пути миграции наночастиц, степень накопления в тканях и клетках, вызывая как усиление, так и ослабление эффекта. Очевидно, накопление сведений о физико-химических свойствах наночастиц является актуальной задачей. Работа направлена на изучение деградации физико-химических свойств наночастиц в модельных биологических растворах. В качестве объектов исследования используются металлсодержащие наночастицы (Zn, Ni, Al, Cu, Al₂O₃, ZnO), полученные в результате электрического взрыва проводников, а также методом плазмохимического синтеза. В рамках эксперимента готовят суспензии на основе выбранных нанопорошков и физиологических растворов (фосфатный буферный раствор, раствор глюкозы, легочная жидкость и др.), все компоненты которых являются элементами биологических жидкостей живых организмов.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой степени превращений на поверхности наночастиц при попадании в жидкие среды. В зависимости от состава нанопорошка, состава раствора, концентрации и условий выдерживания суспензий наночастицы могут характеризоваться максимальной степенью растворения, образовывать стабильные золи или суспензии с низкой агрегативной устойчивостью. попадании в жидкие среды. В зависимости от состава нанопорошка, состава раствора, концентрации и условий выдерживания суспензий наночастицы могут характеризоваться максимальной степенью растворения, образовывать стабильные золи или суспензии с низкой агрегативной устойчивостью.

Секция 4 «Материалы для повышения качества жизни»

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРИДОВ ПО ТОЛЩИНЕ ЦИРКОНИЕВОГО СПЛАВА Э110 ПОСЛЕ НАВОДОРОЖИВАНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ

Бабихина М.Н.

Научный руководитель: Кудияров В.Н., ассистент кафедры общей
физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: m.babihina@mail.ru

Цирконий и его сплавы нашли широкое применение в ядерной энергетике. В процессе эксплуатации в активной зоне ядерного реактора они подвергаются коррозии и наводороживанию. При этом в циркониевых оболочках тепловыделяющих элементов происходит проникновение водорода преимущественно с внешней стороны и как следствие после эксплуатации наблюдается неравномерное распределение гидридов по толщине стенки твэлов [Nagase F., Journal of Nuclear Materials, 2011, 415]. Для проведения механических испытаний оболочечных труб из циркониевых сплавов необходима подготовка образцов с плотным гидридным слоем у внешней стороны. В работе проведено исследование распределения гидридов по толщине специально подготовленных образцов циркониевого сплава Э110. Для этого образцы размерами 20×20×0,6 мм подверглись шлифованию для удаления окисной пленки. Наводороживание проводилось на установке Gas Reaction Controller LP [Кудияров В.Н., Фундаментальные исследования, 2013, 10] при 320°C и давлении 2 атм. в течение 6 часов до концентрации 2500 ppm. Анализ распределения водорода в подготовленных образцах осуществлялся на спектрометре плазмы тлеющего разряда Profiler 2. Микротвердость измерялась с помощью твердомера Виккерса КВ 30S.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ УСТАНОВКИ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА

Глик П.А.

Научный руководитель: Ивашкина Е.Н., д.т.н., профессор кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: glik.pavel@mail.ru

Ежегодная потребность в синтетических моющих средствах (СМС) увеличивается на 4-6%. В свою очередь технология получения олефинов лимитирует весь процесс. Оптимизация и усовершенствование технологии получения олефинов направлена на полное удовлетворение потребностей в СМС отечественных и зарубежных предприятий.

В ходе оптимизации процесса дегидрирования были определены значения рабочих параметров, при которых достигается наибольшая производительность установки, но ввиду высокого давления водорода в реакторе (при мольном соотношении водород/сырье равном 7/1) превысить отметку в 8,5 – 8,8% масс. олефинов в продуктивном потоке являлось невыполнимым. При переходе установки на мольное соотношение водород/сырье с более низким значением – 6/1 оказалось возможным сместить равновесие в сторону продуктов реакции и увеличить выход целевого продукта на 0,8 – 1,0%, до 9,5 – 9,7% масс.

При данной производительности по олефинам потребность в данном продукте полностью реализована. При этом наряду с целевой реакцией возросли скорости побочных реакций: дегидрирования олефинов до диолефинов и реакции коксообразования. С целью сбережения ресурса работы катализатора был увеличен расход деминерализованной воды в реактор, ресурс работы катализатора остался прежним – 350 – 360 суток.

Цель данной работы заключается в оценке качества получаемого продукта – олефинов. Увеличение концентрации диолефинов в продуктивном потоке способствует к ухудшению качества линейных алкилбензолов (ЛАБ) блока алкилирования. В процессе эксплуатации установки при мольном соотношении водород/сырье – 6/1, ежедневно проводились анализы жидкого потока углеводородов.

В ходе анализов оказалось, что концентрация диолефинов составила 0,56 – 0,68% масс, что ниже предельно допустимого предела (1,2% масс), при этом концентрация ароматических углеводородов также возросла до 1,65 – 1,85% (ПДК – 2,5% масс).

При снижении мольного соотношения водород/сырье до 6/1 оказалось возможным не только сохранить ресурс катализатора и увеличить производительность по целевому продукту на 7-11 т/сутки (ЛАБ), но и сохранить качество получаемых олефинов на прежнем уровне.

УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНОСТЬЮ Pt-КАТАЛИЗАТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПРИ ПОНИЖЕННОМ МОЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ВОДОРОД/СЫРЬЕ

Глик П.А.

Научный руководитель: Ивашкина Е.Н., д.т.н., профессор кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: glik.pavel@mail.ru

Эффективность производства поверхностно-активных веществ на основе линейных алкилбензолов (ЛАБ) определяется условиями проведения стадии дегидрирования высших парафиновых углеводородов C_9H_{20} – $C_{14}H_{30}$. Качество получаемых на данной стадии олефинов определяет качество целевых продуктов – ЛАБ.

В ходе оптимизации технологического режима установки дегидрирования ранее было установлено, что процесс предпочтительнее проводить в узком температурном интервале ($470 - 486^\circ C$), при давлении $0,18 - 0,20$ МПа, при относительно постоянном расходе и составе сырья, мольном соотношении водород/сырье – $7/1$, при увеличении расхода деминерализованной воды в реактор в течение всего сырьевого цикла. При этом средняя концентрация олефинов в продуктовом потоке не превышает $8,5\%$ (масс).

Целью данной работы является управление активностью катализатора дегидрирования (Pt $0,92-1,06\%$ масс.) при снижении мольного соотношения водород/сырье до $6/1$. В качестве метода исследования использовалась моделирующая система и промышленные эксперименты.

В ходе расчетов с использованием моделирующей системы были выработаны рекомендации по изменению расхода воды в реактор при мольном соотношении водород/сырье, равном $6/1$. На основании полученных рекомендаций был проведен промышленный эксперимент.

По результатам промышленного эксперимента было установлено, что при пониженном мольном соотношении водород/сырье и увеличенном расходе воды в реактор обеспечивается сохранение активности катализатора на относительно постоянном уровне при одновременном увеличении производительности установки по олефинам. Концентрация олефинов в продуктовом потоке возрасла до $9,5 - 9,8\%$ (масс). При этом в пересчете на конечный продукт – ЛАБ – производительность установки увеличилась на $7-11$ т/сутки, что за весь цикл работы катализатора (1 год) составляет ок 2500 тыс. т дополнительного продукта. Концентрация диолефинов (побочный продукт) в продуктовом потоке при этом возрасла незначительно – не более $0,1\%$ (масс.) и составила $0,4 - 0,6 \%$ (масс.), что допустимо с точки зрения сохранения высокого качества ЛАБ.

АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК СУЛЬФИДА ОЛОВА, ПОЛУЧЕННЫХ ДС-МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Дронова М.В.

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

E-mail: dronova.mariya@mail.ru

Научный интерес в изучении свойств пленок SnS обеспечивает его многообещающие перспективы в фотовольтаике в качестве полупроводника с *p*-типом проводимости [Ch. Gao, H. Shen, L. Sun, Zh. Shen, Mater. Lett., 65, 2011]. Среди большинства методов синтеза пленок SnS, описываемых в литературе (спрей-пиролиз, электронно-пучковое напыление, термическое испарение), ДС-магнетронное распыление представляет большой интерес в силу низкой стоимости оборудования и стабильности процесса при высоких скоростях осаждения напыляемого материала [J. Orava, T. Kohoutek, T. Wagner, Chalcogenide Glasses, 2014].

Проведенный анализ АСМ-снимка (рис.1) позволяет определить островковый механизм роста (по Фольмера-Веберу) пленок SnS

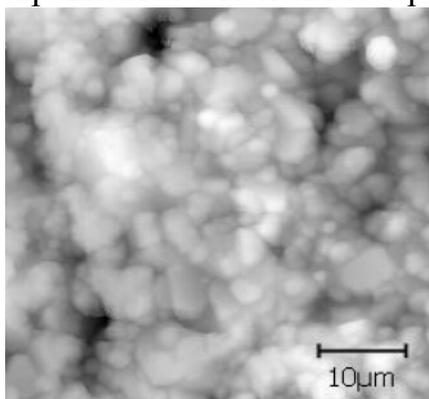


Рис.1 – АСМ-снимок поверхности пленок SnS на керамической подложке

на керамических пластинах. Образец толщиной 40 нм характеризуется небольшой шероховатостью (56 нм) и поверхностной пористостью (18%).

Спектр пропускания (рис.2) характеризуется резким увеличением кривой в диапазоне 370–450 нм, где интенсивность линии достигает 95%. Оцененная ширина запрещенной зоны по графику (рис.3) равна 1.65 эВ, что хорошо коррелирует с работами авторов [A. Gómez, H. Martínez, M. Calixto-Rodríguez, D. Avellaneda, P.G. Reyes, O. Flores, Applied Surface Science, 275, 2013].

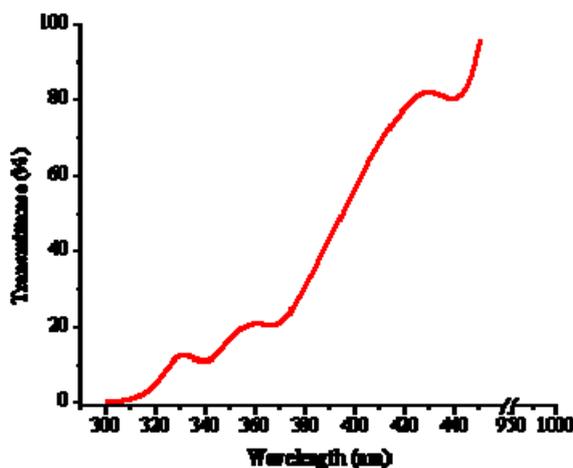


Рис.2 – Спектр пропускания пленок SnS

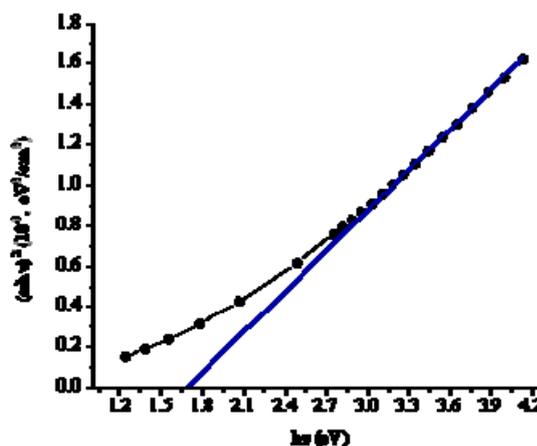


Рис.3 – График функции $(\alpha h\nu)^2$ от $h\nu$ для SnS

УПРОЧНЕНИЕ СПЛАВА АК7ч ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

Казанцева Л.А.

Научные руководители: Курзина И.А., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией каталитических исследований Томского государственного университета, г.Томск

Зыкова А.П., младший научный сотрудник лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета, г.Томск

E-mail: lyudmilka-malinka@mail.ru

Al-Si сплавы (силумины) находят широкое применение в автомобильной и авиационной промышленности. Важнейшими характеристиками силуминов, определяющими их области применения, являются литейные и механические свойства. Один из способов улучшить механические свойства является добавление модификаторов различного химического состава, которые влияют на формирование микроструктуры в процессе кристаллизации [Немененок Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов/ Б.М. Немененок.– Минск: Технопринт, 1999].

Целью работы являлось рассмотрение процессов протекающих при введении в расплав силумина модифицирующей смеси (МС) ультрадисперсных порошков TiO_2 , ZrO_2 и солей (Na_3AlF_6 , $Na_5Al_3F_{14}$, K_2ZrF_6), и их влияние на структуру и механические свойства сплава АК7ч.

При введении МС в расплав силумина она становится в нем твердой дисперсной фазой. При высокой температуре в системе «расплав + МС» возможно протекание химических реакций, таких как: разложение криолита, алюмотермическое восстановление оксидов, взаимодействие оксидов с солями NaF и AlF, также рафинирование расплава. В результате взаимодействия МС с расплавом силумина марки АК7ч образуется многокомпонентная система «твердое тело (оксидные частицы, металлические частицы)/жидкость (расплав, фторидные соли)/газ (фтор)». Образовавшиеся фторидные соли могут создавать оболочку на поверхности кристаллов кремния, замедляя их рост. Введение МС в расплав АК7ч приводит к уменьшению размеров Si пластин в 1,5 раза. После введения МС пластичность отливок увеличивается почти в 2 раза, что обусловлено измельчением размеров пластин кремния. Так же наблюдается увеличение плотности, что может быть связано с повышением жидкотекучести сплава [Немененок Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов/ Б.М. Немененок.– Минск: Технопринт, 1999].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 13-02-98034 р_сибирь_a.

РАЗРАБОТКА АГРЕГАТИВНО-УСТОЙЧИВЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Карепина Е.Е.

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

E-mail: karapina_ee@mail.ru

Образование неустойчивых дисперсных систем наночастиц в жидкости обуславливается с одной стороны, высокой поверхностной энергией, и с другой - свойствами окружающей водной дисперсионной среды, одной из которых является кислотность раствора [Farre M. Anal Bioanal Chemistry, 2009].

В настоящей работе изучали влияние pH буферного раствора НЕРЕС на агрегационную устойчивость суспензий на основе нанопорошков Al (90-110 нм) и Al₂O₃ (200-220 нм). В работе показано, что в целом, для водных суспензий исследуемых наночастиц алюминия характерно мономодальное распределение частиц/агрегатов по размерам .

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 (441нм).

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.

Данные о дзета-потенциале свидетельствуют от том, что максимальной агрегативной устойчивости (максимального абсолютного значения ζ-потенциала) суспензии металлический частиц достигают в области кислот (pH=6) и при переходе в область оснований ζ-потенциал уменьшается от 22,1 и 2,3. Для оксид частиц, напротив, максимальная устойчивость наблюдается в области оснований, ζ-потенциал от pH=6 до pH=8 меняется от -0,8 до -16,8. Полученные данные можно использовать для разработки составов агрегативно-устойчивых гидрозолей металлических и оксидных наночастиц. Полученные суспензии с практической точки зрения можно применять в качестве добавок в лаки, краски, бактерицидные суспензии, а также использовать их для токсикологических испытаний.

Работы выполнены при поддержке гранта РФФИ № 15-03-06528.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОКАТКИ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ ДЕФОРМАЦИИ АУСТЕНИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 03X17N13M3

Козлова Т.А.

Научные руководители: Астафурова Е.Г., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

Мельников Е.В., аспирант Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

E-mail: Tati21@inbox.ru

Методами рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа, дифракции обратнорассеянных электронов (ДОЭ), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), магнитофазового анализа, одноосного статистического растяжения и определения микротвердости изучали закономерности формирования структуры, механизмы деформации и механические свойства аустенитной коррозионностойкой стали 03X17N13M3 при холодной прокатке.

Независимо от температуры прокатки на рентгенограммах наблюдали рефлексы только от γ -фазы, т.е. прокатка не способствует появлению заметного количества ϵ и α' -мартенсита, но методом магнитофазового анализа было обнаружено формирование небольшой доли α' -мартенситной фазы в образцах, прокатанных при температуре жидкого азота (4,7% мартенсита при $\epsilon=50\%$). Размеры ОКР с ростом степени пластической деформации уменьшаются, а микродеформация кристаллической решетки возрастает на порядок по сравнению с исходным состоянием. Все это свидетельствует об измельчении структуры и увеличении внутренних напряжений.

Анализ ДОЭ-картин показал, что холодная прокатка приводит к формированию разориентированной субзеренной структуры в стали 03X17N13M3 с высокой долей двойниковых границ. С помощью ПЭМ выявлено, что основными механизмами деформации стали выступают дислокационное скольжение, механическое двойникование и образование полос локализованной деформации. Понижение температуры прокатки и увеличение степени осадки способствует росту линейной плотности двойниковых границ. Образование ϵ -мартенсита в структуре стали наблюдали методом ПЭМ в образцах прокатанных при обеих исследуемых температурах. Прокатка приводит к повышению микротвердости, увеличению пределов текучести и прочности, снижению пластичности стали 03X17N13M3. Понижение температуры прокатки вызывает большие эффекты упрочнения, что вызвано увеличением плотности двойниковых границ и фазовыми переходами, активируемыми при температуре деформации 77К.

РАЗРАБОТКА АЛЮМООКСИДНОГО НОСИТЕЛЯ ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Ливанова А.В.

Научные руководители: Курзина И.А., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией каталитических исследований Томского государственного университета, г.Томск

Зыкова А.П., младший научный сотрудник лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета, г.Томск

E-mail: truelivanova@mail.ru

Уникальные свойства оксида алюминия определяют его широкое применение в промышленности, в частности, в качестве носителей катализаторов. При использовании традиционных катализаторов часто сталкиваются с такими проблемами, которые приводят к снижению эффективности процесса. Принципиально новым подходом в получении алюмооксидных носителей является гидротермальный синтез из нанопорошка алюминия (НПА).

Целью данной работы является получение гидротермальным синтезом из нанопорошка алюминия оксидов-гидроксидов алюминия с оптимальными характеристиками для дальнейшего использования в качестве носителей катализаторов.

Известно, что оксид алюминия имеет несколько полиморфных состояний, устойчивость которых зависит от фазового состава и условий его дегидратации [Э.М. Мороз, Успехи химии, 2011, 4]. Поэтому свойства оксидов алюминия будут определяться структурными особенностями многочисленных модификаций, которые получаются при дегидратации оксидов-гидроксидов при определенных температурах [Ильин А.П., Окисление сверхтонких порошков алюминия и бора. Томск: ТПУ, 199,131]. В ходе эксперимента продукты гидротермального синтеза подвергли термической обработке в диапазоне температур $T_{т.о.}=150\div 1300^{\circ}\text{C}$. В результате эксперимента выявлено, что образец, полученный при $T_{т.о.}=400^{\circ}\text{C}$, имеет наиболее оптимальные характеристики структуры, такие как высокая $S_{уд}\sim 328\pm 16$ м²/г, однородные по размеру поры, стабильный фазовый состав. Таким образом, полученный набор характеристик обеспечит равномерное нанесение и распределение активных элементов по поверхности образцов, которые в дальнейшем будут выступать в качестве носителей катализаторов. При $400^{\circ}\text{C} > T_{т.о.} > 400^{\circ}\text{C}$ образцы имеют низкую площадь удельной поверхности, нестабильный фазовый состав.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» (контракт № 14.578.21.0028).

МАГНЕТРОННОЕ ОСАЖДЕНИЕ БАРЬЕРНЫХ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ТИТАНА

Михневич К.С.

Научный руководитель: Юрьев Ю.Н., заведующий лабораторией,
кафедра водородной энергетики и плазменных технологий Томского
политехнического университета, г.Томск

E-mail: mikhnevichks@mail.ru

Одной из основных проблем в ходе формирования металлизации интегральных схем является взаимное влияние материала проводника и кристалла. Для исключения влияния между этими элементами помещают барьерный слой. В качестве материала барьерного слоя применяются такие металлы как Pt, Ta, W, но их использование не всегда целесообразно ввиду высокой стоимости. Наиболее перспективным материалом для барьерных слоев в интегральных схемах выступает нитрид титана (TiN) ввиду невысокой стоимости и высоких эксплуатационных свойств.

В данной работе производится исследование электрических, структурных и механических свойств плёнок нитрида титана, осаждённых с помощью дуальной МРС, в зависимости от скорости потока азота в рабочую камеру и от расстояния между плоскостью мишени и подложкой ($ds-t$).

На рис.1 приведен график зависимости электросопротивления пленок TiN от потока азота и расстояния между мишенью и подложкой.

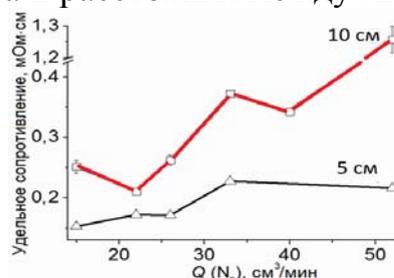


Рис.1. Зависимости электросопротивления пленок TiN от потока азота и расстояния между мишенью и подложкой $ds-t$: 1 – 100 мм; 2 – 50 мм

В результате исследования выяснено, что: с увеличением скорости потока азота в камеру удельное сопротивление образцов увеличивается во всем диапазоне. Сокращение расстояния мишень-подложка стимулирует снижение количества дефектов в покрытии и как следствие улучшение эксплуатационных характеристик, таких как электросопротивление, кристаллическая структура, морфология поверхности, твердость.

В ходе выполнения работы было выявлено, что пленка нитрида титана, полученная с помощью дуальной МРС при 5 см и наименьшем количестве азота в рабочей камере удовлетворяет всем электрическим, структурным, механическим требованиям предъявляемым к барьерным слоям.

МОБИЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Патрушева Н.Е.

Научный руководитель: Лукашевич О.Д., д.т.н., профессор
кафедры охраны труда и окружающей среды Томского
государственного архитектурно-строительного университета, г.Томск
E-mail: rojdestvoo@yandex.ru

Разработана бессточная технология получения питьевой воды в населенных пунктах, находящихся вдали от систем водоснабжения, либо в условиях производства, эксплуатирующего водоисточник в автономном режиме (удаленные вахтовые поселки, коттеджи, лечебно-оздоровительные учреждения, временные лагеря при возникновении ЧС и др.). Предложен один из вариантов комплексного решения эколого-технической проблемы безотходной водоподготовки через использование малогабаритных модульных станций очистки (обезжелезивания) природной воды. В качестве фильтрующей загрузки используется керамический материал, полученный из отходов водоподготовки. Такой подход позволяет утилизировать отходы и улучшить негативную ситуацию в обеспечении доброкачественной питьевой водой жителей районов, не имеющих централизованного водоснабжения, несмотря на 100 %-ную обеспеченность населения водными ресурсами (в то же время не соответствующим нормативным показателям).

Теоретическое обоснование и конструктивные особенности разработанных с участием авторов водоочистных станций [Патент № 142624 РФ. Мобильная малогабаритная станция очистки воды / Патрушев Е.И., Лукашевич О.Д., Филичев С.А., Патрушева Н.Е. Патент № 142254 РФ. Малогабаритная станция очистки воды / Патрушев Е.И., Лукашевич О.Д., Филичев С.А., Патрушева Н.Е.] для индивидуального и коллективного пользования позволили учесть все факторы, затрудняющие очистку воды, содержащей трудно удаляемые формы железа, и обеспечить показатели качества воды, полностью соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам СанПиН 2.1.4. 1074-01.



Рисунок 1. Общий вид (А) и компоновка узлов (Б) малогабаритной блочно-модульной станции очистки воды по патенту № 142624.

Изучение термоэлектрических свойств слоистого кобальтита $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ допированного La и Si Порохин С.В.

Научный руководитель: Ховайло В.В., д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС», г.Москва
E-mail: sergerorokhin@gmail.com

Кобальтит кальция обладает слоистой структурой и состоит из двух подрешёток Ca_2CoO_3 тип NaCl, и CoO_2 типа CdI_2 . Является проводником p-типа. Материал демонстрирует высокие значения фактора мощности и термоэлектрической добротности. Относительно низкая стоимость, устойчивость к окислению кислорода при высоких температурах и не токсичность, позволяют рассматривать кобальтит кальция как перспективную основу для разработки новых термоэлектрических материалов [Sajid Butt, J. Alloys Comp., 2014, 588; Chia-Jyi Liu, J. Electronic Mater., 2011, 40].

Образцы химического состава $\text{Ca}_{3-x}\text{La}_x\text{Co}_{4-y}\text{Si}_y\text{O}_{9+\delta}$ ($x=0, 0.1$; $y=0, 0.02$) были приготовлены с помощью твердофазного синтеза в два этапа. Полученный порошок был консолидирован с помощью искрового плазменного спекания. Размер зерен, структура были изучены при помощи сканирующего электронного микроскопа, состав образцов - рентгенофазовым анализом. Температуропроводность - D образцов определялась методом лазерной вспышки. Затем производился расчет теплопроводности, $k = D \cdot C_p \cdot d$, где C_p – теплоемкость, d - плотность. Измерение электросопротивления и термоЭДС проводились на установке Cryotel 1000 RS в защитной атмосфере гелия в интервале температур 293- 1000 К.

Обнаружено, что теплопроводность k допированного образца равна 1.66 Вт/(м*К), что меньше чем $k = 2,6$ Вт/(м*К) у чистого $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$. Значение фактора мощности $PF = S^2/\rho = 1.24$ мкВтК⁻²см⁻¹ и 1.40 мкВтК⁻²см⁻¹ для допированного и чистого образца соответственно. Термоэлектрическая добротность $ZT = S^2/\rho k$ при 470 К, $\text{Ca}_{2.9}\text{La}_{0.1}\text{Co}_{3.98}\text{Si}_{0.02}\text{O}_{9+\delta}$ выше на ~ 38% чем у чистого материала $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$.

ПЕРЕРАБОТКА ЦИРКОНА ГИДРОДИФТОРИДОМ АММОНИЯ

Смороков А.А.

Научный руководитель: Крайденко Р.И., д.х.н., доцент кафедры химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: wolfraum@yandex.ru

Промышленные методы получения диоксида циркония связаны с переработкой баделлеита (ZrO_2). Переработка циркона осложняется его слабой химической активностью, для преодоления которой требуется проводить предварительную активацию концентрата или же его спекание при высоких температурах.

Предлагается использовать вскрытие цирконового концентрата, предварительно прошедшего активацию плазмой, расплавом гидрофторида аммония при $200^\circ C$. Получаемые фтораммонийные соединения циркония и кремния разделяются сублимацией гексафторосиликата аммония при $320^\circ C$.

Гептафтороцирконат аммония тоже может быть подвергнут сублимационной очистки от присутствующих примесей. После десублимации производится осаждение фтораммонийного соединения циркония аммиачной водой. Получаемый в ходе реакции фторид аммония направляется на регенерацию фторирующего агента. Основной продукт – гидратированный диоксид циркония, может быть направлен на получение волокнистого диоксида циркония через образование оксохлорида циркония с последующей прокалкой в печи, или, минуя стадию получения хлоридов, сразу подвергается прокалке в печи.

Достоинством данного метода является переработка упорных циркониевых минералов с возможной регенерацией вскрывающего реагента. Получаемый диоксид циркония можно использовать в качестве огнеупорного материала. При последующей переработке спектр применения ZrO_2 может быть расширен.

ПЕРЕРАБОТКА ПИРИТНЫХ ОГАРКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕДИНЕНИЙ АММОНИЯ

Смороков А.А.

Научный руководитель: Крайденко Р.И., д.х.н., доцент кафедры химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: wolfraum@yandex.ru

Пиритные огарки – отходы производства серной кислоты из пиритного концентрата. При производстве 1 т. серной кислоты образуется 0,6 т. пиритного огарка.

Отходы данного рода не находят широкого применения и складываются на полигонах. Комплексная переработка огарков с извлечением всех ценных компонентов позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. При этом будет производиться переработка огарков с извлечением ценных продуктов.

Согласно предлагаемому методу на первой стадии проводится окислительный обжиг материала с целью удаления мышьяка, доокисления остаточных количеств железа и серы.

Далее проводится спекание с хлоридом аммония с последующей возгонкой хлорида железа (III). Далее возможна переработка вплоть до трёхвалентного оксида или металлического железа.

В ходе процесса возможна регенерация хлорида аммония, который направляется в голову процесса.

Дальнейшая переработка обезжелезанного остатка позволяет извлечь цветные металлы (цинк, медь), благородные металлы (золото, серебро), которые часто ассоциированы с пиритом в руде.

Таким образом, комплексная переработка пиритных огарков позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, ставшую результатом хозяйственной деятельностью человека. При этом будет производиться ряд ценных металлов, востребованных на рынке.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ CAD/CAE/CAM – ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТОНКОЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Табанов А.М.

Научный руководитель: Крехтулева Р.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры
оборудования и технологии сварочного производства Томского
политехнического университета, г.Томск
E-mail: tabanov1992@gmail.com

В условиях глобальной рыночной экономики вопрос конкурентоспособности является приоритетным для любой сферы экономической деятельности. Будь то сфера услуг или тяжелое машиностроение, везде возникает вопрос: как эффективнее распорядиться ресурсами? Как конкурировать с зарубежными аналогами? Особенно это актуально для сварочного производства, поскольку порядка 80% всей выпускаемой продукции в мире имеет те или иные сварные соединения. Одним из решений является использование программного обеспечения для моделирования и расчета сварочных процессов, что, в свою очередь, ведет к экономии материальных ресурсов.

Целью данной работы было исследование сварочного процесса в образцах из низколегированной тонколистовой стали с помощью программного обеспечения МЕЗА [Крехтулева Р.А., Сварка и Диагностика, 2011, 4]. Особенность компьютерных экспериментов заключалась в том, что для сварки стали применили теплоотводящие медные подложки. На начальном этапе в подпрограмме CAD – проектирование создали геометрическую модель изделия со свободно варьируемыми размерами подложки. Затем в блоке CAE задали технологические режимы сварки: ток, напряжение, скорость движения источника и другие, при которых провели пробную сварку. Обнаружив несоответствие результатов с нормативными требованиями по зоне проплавления и размерам сварного шва, повторили попытку, скорректировав режимы сварки и зазор между теплоотводящими пластинами. Путем метода последовательных приближений расчетным путем нашли необходимые характеристики сварного соединения.

Строго по расчетным режимам провели физический эксперимент, который с хорошей точностью (в пределах 7%) подтвердил правильность вычислений и режимов сварки, и конечных размеров сварного шва. Таким образом, можно утверждать, что методы CAD/CAE/CAM – проектирования применимы для разработки технологий сварки.

ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ЗАМАСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Теменков В.С., Каренгин А.Г.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., д.т.н., доцент кафедры
технической физики Томского политехнического университета, г.Томск

E-mail: shadows93@mail.ru

Одной из проблем предприятий черной металлургии является переработка замасленной окалины и шламов, ежегодный прирост которых достигает миллионов тонн в год. Особый интерес при этом представляют железосодержащие замасленные шламы (ЗЖШ) донных иловых отложений шламонакопительных систем, содержание железа в которых достигает (45-63)%, что позволяет считать их ценным техногенным сырьем. Переработка ЗЖШ в настоящее время решается, в основном, путем обезмасливания с последующей утилизацией. Однако, химическое (отмывка химическими реагентами) и термическое (выжигание масла) обезмасливание – дорогостоящие процессы, создающие дополнительные экологические проблемы по регенерации промывных вод и очистке отходящих газов [Сомова Ю.В., Материалы межд. науч.-техн. конф. «Научные основы и практика переработки руд и техногенных отходов», Екатеринбург, Изд. «Форт Диалог-Исеть», 2013].

Поэтому разработка эффективной технологии обезмасливания и комплексного использования замасленных шламов является актуальной для предприятий черной металлургии. В связи с этим представляет интерес процесс утилизации ЗЖШ в условиях низкотемпературной плазмы. В работе [Теменков В.С., Межд. науч. конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Изотопы: технологии, материалы и применение»: сборник тезисов докладов, 20-24 октября 2014г., г. Томск: ТПУ, 2014] показано, что плазменная утилизация бывших в употреблении масел в воздушной плазме в виде диспергированных горючих водно-органических композиций (ВОК): приводит к существенному снижению энергозатрат на процесс утилизации таких отходов. В результате расчетов показателей горения различных по составу ВОК на основе ЗЖШ определены оптимальные составы горючих ВОК, имеющие адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ и обеспечивающие их энергоэффективную утилизацию. По результатам термодинамических расчетов процесса плазменной утилизации горючих ВОК на основе ЗЖШ определены и рекомендованы оптимальные режимы для их плазменной утилизации в воздушной плазме. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной утилизации замасленных железосодержащих шламов и других отходов предприятий черной металлургии.

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СИЛУМИНА, ПОДВЕРГНУТОГО ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Ткаченко А.В.

Научный руководитель: Иванов Ю.Ф., д.ф.-м.н., профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета, г.Томск
E-mail: tkachenkoav@tpu.ru

Эффективный способ улучшения служебных характеристик путем модификации рабочих поверхностей и измельчения грубых включений кремния основан на воздействии на материал высокоинтенсивными импульсными электронными пучками микро- и субмиллисекундной длительности [Коваль Н.Н., Иванов Ю.Ф. Наноструктурирование поверхности металлокерамических и керамических материалов при импульсной электронно-пучковой обработке // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2008. – Т. 51. - №5. – С. 60 – 70].

В данной работе образцы силумина подвергали обработке высокоинтенсивными импульсными электронными пучками при на установке «SOLO» (Институт сильноточной электроники СО РАН) и на ускорителе «Геза-1» (ОАО НИИЭФА им. Д.В. Ефремова). Параметры электронно-пучковой обработки («SOLO»): плотность энергии пучка электронов $E_s = 20 \text{ Дж/см}^2$, длительность импульса пучка электронов 150 мкс, частота следования импульсов облучения $f = 0,3 \text{ Гц}$, количество импульсов облучения $N = 1, 3, 5, 10 \text{ и } 50$; на установке «Геза-1»: плотность энергии пучка электронов – $10 \dots 50 \text{ Дж/см}^2$, длительность импульса воздействия – 250 мкс; количество импульсов воздействия – 1-5.

Воздействие высокоэнергетического потока электронов на образцы силумина приводит, в зависимости от плотности поглощенной энергии, к плавлению поверхностного слоя толщиной до 100 мкм, перемешиванию элементов в расплаве за счет конвекции и последующей кристаллизации в условиях сверхбыстрого охлаждения с образованием структуры дендритной или ячеистой кристаллизации, размер кристаллитов которой, изменяющийся в нано- и субмикронном диапазоне, определяется величиной плотности энергии пучка электронов.

Формирование многофазной наноразмерной структуры, обогащение кристаллической решетки алюминия атомами кремния и других легирующих элементов, способствует увеличению микротвердости поверхности слоя материала толщиной до 50 мкм в 1,5 раза по отношению к сердцевине образца (до 2 ГПа).

СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕПРЕРЫВНОГО И ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ЛУЧА

Толстокулаков А.М.

Научный руководитель: Дампилон Б.В., к.т.н., научный сотрудник
Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск

E-mail: Ist.Jimmy@mail.ru

В данной работе представлены результаты исследований структурообразования, химического состава, твердости и абразивной износостойкости покрытия из эвтектического хромованадиевого чугуна, после проведенной непрерывной электронно-лучевой наплавки и многоточечной импульсной электронно-лучевой обработки, а также, последующего старения.

При вакуумной электронно-лучевой наплавке порошковой смеси, состоящей из хромистого чугуна с добавлением порошков железа и ванадия, формируется покрытие с тройной эвтектикой $A+M_2C+M_7C_3$. Ванадий в покрытиях образует собственный карбид (V_2C), входит в состав комплексного карбида M_7C_3 и матрицы. Содержание ванадия в аустенитной матрице составляет около 1%, а в карбидной фазе до 9%. Последующее старение покрытий при температуре $1100^\circ C$ в течение 1 часа приводит к интенсивному выделению вторичных дисперсных карбидов M_7C_3 из метастабильной аустенитной матрицы.

Матрица покрытий в результате старения претерпевает аустенитно-мартенситное превращение и состоит преимущественно из мартенсита. В результате выделения ультрадисперсных карбидов и $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения в матрице двукратно увеличивается абразивная износостойкость (K_H) с 10 до 22 и повышается твердость покрытий с 53 до 57 HRC. Многоточечная импульсная электронно-лучевая обработка поверхности покрытия из хромованадиевого чугуна приводит к формированию модифицированных зон, состоящих, преимущественно, из пересыщенного метастабильного аустенита и мелких изолированных эвтектических колоний округлой формы, веерообразно расходящихся из центров колоний с ведущей фазой VC.

Термическая обработка (старение) в диапазоне температур $900-1100^\circ C$ с выдержкой 30 минут приводит к интенсивному выделению из пересыщенного аустенита мелкодисперсных вторичных карбидов Cr_7C_3 , равномерно распределенных в объеме модифицированных зон, аустенитно-мартенситному превращению в матрице, значительному повышению твердости зон и абразивной износостойкости покрытий в целом.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ.

Торопков Н.Е.

Научный руководитель: Кутугин В.А., к.т.н., старший преподаватель
кафедры технологии силикатов и наноматериалов Томского

политехнического университета, г.Томск

E-mail: zerogooff@gmail.ru

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико-химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формования гранул и сушке сырцовых гранул.

Цель работы – исследование влияния физико-химических характеристик на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

В работе рассмотрена вспучивающаяся способность красножгущихся глин Томской области, и подобрана за основной компонент глина Воронинского месторождения.

Таблица

Химический состав глины Воронинского месторождения

Содержание оксидов, % масс							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Δm _{прк}
62,65	14,76	4,76	3,48	2,92	1,36	0,75	9,32

В ранних трудах было замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe₂O₃ в пределах 6–12%, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора.

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитового гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов - 5%.

Таким образом, на основе исследуемого суглинка можно получать керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м³ при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений K_т вспученных и сухих гранул.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Черноброва Д.А.

Научный руководитель: Доценко О.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры радиоэлектроники Томского государственного университета, г.Томск

E-mail: chernobrova.dasha@ya.ru

Разработка перспективных композиционных материалов, применяемых для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, является актуальной задачей, вызванной увеличением количества радиоэлектронных средств, а также диапазона частот, в котором они функционируют.

Целью работы является исследование электромагнитных характеристик композитов, содержащих в качестве наполнителя углеродные наноструктуры.

Для приготовления композиционных образцов использовалась эпоксициановая смола ЭД-20. В качестве отвердителя использовали полиэтиленио-лиамин (ПЭПА) с массовым отношением ЭД-20: ПЭПА = 4:1. В качестве активной фазы, взаимодействующей с электромагнитным излучением, в композитах были взяты графен, однослойные и многослойные углеродные нанотрубки.

Исследования электромагнитного отклика проводились в диапазоне 0,01–4 ГГц на аппаратуре аккредитованного центра коллективного пользования «Центр радиоизмерений ТГУ» – измерителе коэффициента прохождения и отражения на основе скалярного анализатора цепей P2M-04 фирмы «Микран». Результаты измерений приведены в таблице.

УНС	Масс.% УНС	1 ГГц		2 ГГц		3 ГГц		4 ГГц	
		R	T	R	T	R	T	R	T
ОУНТ	0,1	0,05	86,08	6,57	69,17	1,95	54,47	4,05	73,04
	0,5	1,05	65,26	6,50	36,77	15,04	18,28	22,71	23,84
	0,7	2,38	52,06	11,98	24,95	23,88	10,32	32,04	11,33
МУНТ	0,1	0,61	98,52	2,55	95,37	5,07	91,26	6,13	91,84
	0,5	0,65	98,53	3,62	93,53	4,32	92,16	11,13	89,96
	0,7	0,54	98,44	2,88	94,19	6,19	89,08	8,83	89,78
Графен	0,1	0,18	98,93	3,74	94,20	3,03	94,77	10,83	91,85
	0,5	0,37	98,08	4,26	92,55	6,69	88,47	12,44	86,76
	0,7	3,54	94,07	12,74	80,34	22,77	64,86	30,45	64,85

Проведенное исследование показывает (Таблица), что композиты на основе графена и однослойных углеродных нанотрубок показывают лучшие поглощающие свойства по сравнению с композитом на основе многослойных углеродных нанотрубок.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Сборник тезисов докладов III Всероссийского конкурса научных докладов студентов «Функциональные материалы: разработка, исследование, применение», г.Томск, 26-27 мая 2015 г. – Томск: Издательство ТПУ, 2015. – 132 с.

Составители:

А.Ю. Годымчук
Т.А. Мочалина

Подписано к печати _____. 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.