



Сборник тезисов

IX ежегодной конференции Нанотехнологического общества России

**ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РОССИИ»**

Москва
05.04.2018



Тезисы IX ежегодной конференции НОР

Сборник тезисов IX ежегодной конференции Нанотехнологического общества России

Научное издание

Ответственный редактор к.б.н. Андреюк Д.С.

ISBN 978_5_9500377_1_9

© Общероссийская общественная организация
«Нанотехнологическое общество России»



Оглавление

Нанотехнологии в микроэлектронике и приборостроении	6
ВЫСОКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛОГИЧЕСКОЙ И ЗАПОМИНАЮЩЕЙ МАТРИЦАХ НЕЙРОПРОЦЕССОРА С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОГО МЕМРИСТОРНО – ДИОДНОГО КРОССБАРА	6
Лазерно-индуцированное формирование конусообразных выступов рельефа на германии в окислительной атмосфере и вакууме. Динамика изменения рельефа	8
МАТРИЧНЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ИЗ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ НАНОВОЛОКОН ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОСКОПИИ	10
МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ЭТАПЕ ИХ ПРОИЗВОДСТВА	11
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМРИСТОРНЫХ СТРУКТУР	13
ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ДЕФЕКТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ	15
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ В НАНОДИАПАЗОНЕ	17
Технология формирования наноразмерных малорасходящихся потоков рентгеновского квазимонохроматического излучения	18
ЭЛЕКТРОАДГЕЗИОННЫЕ РОБОТЫ (ОБЗОР)	20
ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫЕ ПОКРЫТИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	21
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ В ПЛАЗМЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЧ+DC РАЗРЯДА	23
Нанотехнологии в ТЭК	25
ВЛИЯНИЕ ИОНООБМЕННЫХ НАНОЯВЛЕНИЙ НА ВЫТЭСНЕНИЕ НЕФТИ ПОЛИМЕРНЫМИ РАСТВОРАМИ	25
Наноструктурированные металлы и сплавы	27
ВЛИЯНИЕ ТОКОВОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА ПРИ УСТАЛОСТНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ	27
ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА РЕШЕТКИ НАНОПОРОШКА МЕДИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ	29
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АРМИРОВАННЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИЗ ФУЛЛЕРЕНОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	29
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ГРАДИЕНТНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ	30



ОБНАРУЖЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В КИНЕТИКЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЕЙ КАК ПРИЗНАКА САМООРГАНИЗАЦИИ НАНОСТРУКТУРЫ ПРИ НЕЙТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ	32
СТРУКТУРА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ	33
СТРУКТУРНАЯ И ФАЗОВАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ГРАДИЕНТНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВАХ.....	34
УЛУЧШАЮЩЕЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ШАРИКОВОЙ ОБКАТКОЙ	36
ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ 100-М ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ РЕЛЬСОВ.....	38
Наноструктурированные покрытия	40
АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНО-АНТИАДГЕЗИЙНЫЕ НАНОПЛЕНКИ	40
НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В ОБЛАСТИ МИКРО-НАНО-ПИКО-ФЕМТО- И АТТОТРИБОЛОГИИ – ФЕНОМЕН БИОКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ШЕРРИНГТОН И СИНАПСЫ	42
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАСЛА И НА ТРЕНИЕ С НИМИ	45
Технологии и явления наноразмерных объектов	48
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА СИНТЕЗА БИОСОВМЕСТИМЫХ МАГНИТНЫХ НАНОЖИДКОСТЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ АГРЕГАТОВ НАНОЧАСТИЦ	48
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТОПЛАЗМЕННОГО РАЗРЯДА КАК МЕТОДА СИНТЕЗА ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	50
КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	51
МАГНИТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ И ГЕОМЕТРИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	53
МЕХАНИЗМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ	55
МЕХАНО-ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ.....	57
МИКРОЭМУЛЬСИЯ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ.....	59
НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....	61
ОБРАЗОВАНИЕ НАНОРЕШЕТОК ПРИ ФИЛАМЕНТАЦИИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ ЗА СЧЕТ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОН ПОЛЯРИТОНОВ	62
СОНИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ.....	65
Нанокompозитные полимеры	67
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА РАЗМЕР ПОР ВЫСОКОПОРИСТОГО СОПОЛИМЕРА СТИРОЛА И ДИВИНИЛБЕНЗОЛА	67



НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	69
НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА ФУРФУРОЛА	71
ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЛИПИДНЫХ ЧАСТИЦ ТРИСТЕАРАТА ГЛИЦЕРИНА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ TWEEN 60 И SPAN 60	73
УСТОЙЧИВОСТЬ НАНОЭМУЛЬСИЙ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ TWEEN 60 И SPAN 60	75
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В НАНОЭМУЛЬСИЯХ	77
Нанотехнологии в строительстве	79
ПОИСК КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВОВ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ФИБРОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМОДИФИКАТОРОВ	79
Нанобиотехнологии	82
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТОК СЕМЯН РАПСА ПЕРЕД ПОСЕВОМ НАНОПОРОШКАМИ МЕТАЛЛОВ	82
ВЛИЯНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОТЕОМ ПЕЧЕНИ КРЫС	84
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ НА ЖИВОТНЫХ	86
ВОЗДЕЙСТВИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ОРГАНИЗМ КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ	88
ВОДНЫЕ ЗОЛИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО НАНОКРЕМНЕЗЕМА, УРОЖАЙНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР И ЕГО КАЧЕСТВО	90
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ НАНОКРЕМНЕЗЕМ И ПРОБЛЕМЫ ЖИВОТНОВОДСТВА	92
ДИНАМИКА АККУМУЛЯЦИИ ПОЛЮТАНТОВ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ	94
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НАНО КОНЦЕНТРАЦИЙ ЛЕТАЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	96
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ МИКРОИНКАПСУЛИРОВАННОГО 4,5-ДИХЛОР-2-N-ОКТИЛ-4-ИЗОТРИАЗОЛИН-3-ОН ПРОТИВ БИООБРАСТАНИЯ	98
КОРРЕЛЯЦИИ НАНОПРОЦЕССОВ В ПИТАНИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ РАСТЕНИЙ	99
НАНОМАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ ПЕРВИЧНЫХ ОТХОДОВ МАСЛИЧНЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР, С ДЕТОКСИЦИОННОЙ АКТИВНОСТЬЮ	101
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ IN VITRO ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ pH- ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЛИПОСОМ С САНГВИНАРИНОМ	103
ПРЕПАРАТЫ НА НАНОНОСИТЕЛЯХ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АГРОСИСТЕМ	104
Применение эмульсий, стабилизированных смесями полимер-ПАВ для инкапсулирования активных ингредиентов	106



РАЗРАБОТКА СКАФФОЛДОВ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ , СИНТЕЗИРУЕМОЙ ПРОДУЦЕНТОМ <i>GLUCONACETOBACTER HANSENI</i> : ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЦИТОТОКСИЧНОСТИ	107
СИНТЕЗ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОКАПСУЛ С НАНОЧАСТИЦАМИ ГИДРОКСИАПАТИТА.....	109
Организация науки и образования в сфере нанотехнологий	112
К десятилетию Нанотехнологического общества России: о необходимости организации летней научной школы и курсов повышения квалификации на примере лекций по квантовой криптографии и стеганографии для суперкомпьютерных систем.....	112
К столетнему юбилею Ричарда Фейнмана: стеганографические блокчейн-технологии для суперкомпьютеров и квантовых компьютеров	114
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ НАНОТЕХНОЛОГИИ	116
Коммерциализация нанотехнологий и внедрение в промышленное производство.....	119
НАНОТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ ВАЖНЕЙШИХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТОВ	119
Гуманитарные, социальные и философские аспекты современных нанотехнологий.....	121
К 35-летию отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук: международное наноиндустриальное и информационно- технологическое сотрудничество российских и зарубежных научных сообществ	121
К 75-летию Курчатовского института: роль Центра нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук и технологий в развитии наноиндустриальных производств на примере отраслевых стегорепозиторных систем.....	123
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СОЦИУМЕ КАК ТОЧКА ПРИЛОЖЕНИЯ СИЛ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЛЬШИХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ	124
САМООРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГИИ БИОСТРОМА.....	127



Нанотехнологии в микроэлектронике и приборостроении

ВЫСОКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛОГИЧЕСКОЙ И ЗАПОМИНАЮЩЕЙ МАТРИЦАХ НЕЙРОПРОЦЕССОРА С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОГО МЕМРИСТОРНО – ДИОДНОГО КРОССБАРА

С.Ю.Удовиченко, А.Д. Писарев, А.Н. Бусыгин, А.Н. Бобылев

Тюменский государственный университет, Тюмень, uotgu@mail.ru

Исследование относится к области нейроморфной наноэлектроники и посвящено созданию элементов и узлов нейропроцессора [1]. Нейропроцессор как вычислительное устройство матрично-векторных операций может быть построен с использованием логической и запоминающей матриц, содержащих мемристоры, диоды и КМОП-элементы [2]. В настоящей работе представлена топология и нанотехнология изготовления двух вариантов комбинированного мемристорного кроссбара с диодами Зенера, разработаны принципы создания на их основе сверхбольших (более 10 тысяч ячеек) логической и запоминающей матриц нейропроцессора с высокой степенью интеграции элементов.

Первый вариант комбинированного кроссбара предназначен для формирования запоминающей матрицы и образован из ячеек, содержащих два мемристора с общим электродом, соединённым с анодом диода Зенера. Диод Зенера в схеме играет роль нелинейного селективного элемента, используемого при записи мемристоров. Также он позволяет уменьшить деградацию выходного сигнала во время считывания. Высокая степень интеграции запоминающей матрицы достигается за счёт компоновки элементов, образующих 3D структуру. Структура 3D состоит из одинаковых горизонтально расположенных и зеркально ориентированных по отношению друг к другу комбинированных кроссбаров.

Второй вариант комбинированного кроссбара является основой логической матрицы с ячейками, состоящими из двух комплементарных транзисторов, к общему стоку которых подсоединены ячейки из последовательно соединенных мемристоров и диодов Зенера. Диод является частью логической цепи, а также устраняет паразитные токи при записи. Предлагаемая организация матрицы кроме выполнения собственно логических операций способна осуществлять коммутацию сигналов запоминающей матрицы.

Объединение планарных двухслойных (КМОП + мемристорный кроссбар) логических матриц в 3D структуру обеспечивает высокую интеграцию элементов за счет того, что



элементы ячейки и сами ячейки расположены компактно друг над другом. Топология 3D сверхбольшой логической матрицы образована перпендикулярно ориентированными пластинами, коммутируемыми через комбинированные мемристорные кроссбары с диодами Зенера. На рисунке показан принцип организации 3D логической матрицы.

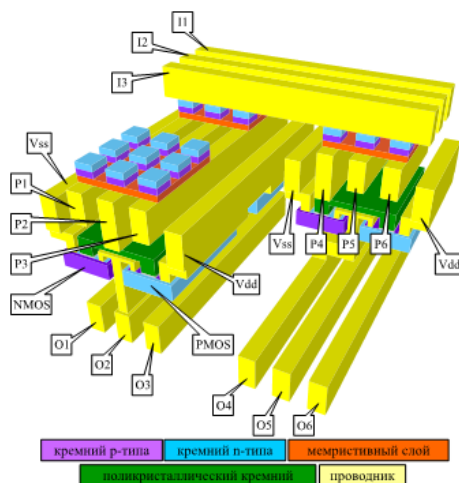


Рис.1. Топология 3D логической матрицы с высокой интеграцией элементов.
I1-I3 – верхние проводники кроссбара, P1-P6 – нижние проводники кроссбара,
O1-O6 верхние проводники кроссбара нижележащего пласта.

Мемристорный слой и полупроводниковые слои диода наносятся промышленным способом – в магнетронном технологическом модуле. Слои полупроводников с донорной или акцепторной примесью и разным уровнем легирования создаются путем одновременного распыления катодов магнетрона из материалов чистого полупроводника и легирующей примеси. Изготовление КМОП транзисторов может происходить по известной технологии.

Литература

1. Bobylev A. N., Busygin A.N., Pisarev A.D., Udovichenko S. Yu., Filippov V.A. Neuromorphic coprocessor prototype based on mixed metal oxide memristors // International journal of nanotechnology. 2017. V.14. № 7/8. P. 698-704.
2. Удовиченко С.Ю., Писарев А.Д., Бусыгин А.Н., Маевский О.В. 3D КМОП–мемристорная нанотехнология создания логической и запоминающей матриц нейропроцессора // Наноиндустрия. 2017. № 5. С. 26-34.

Удовиченко Сергей Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор
E-mail: udotgu@mail.ru



**ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ
КОНУСООБРАЗНЫХ ВЫСТУПОВ РЕЛЬЕФА НА ГЕРМАНИИ В
ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ И ВАКУУМЕ. ДИНАМИКА
ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА**

Ю.И. Пестов, В.С. Макин

АО «НИИ ОЭП», г. Сосновый Бор, Ленинградская обл.

Механизмы формирования остаточных микро- и наноструктур рельефа на поверхности материалов в результате воздействия лазерного излучения (ЛИ) представляют фундаментальный интерес. В ряде работ было отмечено сильное влияние состава газовой атмосферы на формирование структур рельефа, однако не было дано удовлетворительного объяснения данному явлению. В работе [1] была показана важная роль степени смачивания расплавом своей твердой фазы в механизме лазерно-индуцированного формирования конусообразных выступов рельефа (микроконусов) на поверхности сверхтугоплавких металлов и отмечена зависимость степени смачивания от химической активности газовой атмосферы.

В данной работе исследовано формирование микроконусов на поверхности (111) монокристаллического германия в вакууме, воздухе и кислороде при атмосферном давлении в результате локального облучения импульсом излучения лазера на неодимовом стекле при энергии облучения ниже порога выноса расплава из ванны испарительным давлением. Проведены модельные опыты при диаметре пятна облучения $d=1,0$ мм, что позволило использовать макросъемку. При $d \leq 1$ мм для Ge число Бонда $Bo \ll 1$, т.е. влиянием силы тяжести можно пренебречь. ЛИ ($\lambda=1,06$ мкм, $\tau_{\text{имп.}}=1,6$ мс) падало по нормали к поверхности полированной пластины Ge толщиной 2 мм. После кристаллизации расплава в центре пятна облучения наблюдались микроконусы высотой H относительно уровня исходной поверхности до 200 мкм в вакууме, до 600 мкм в воздухе и до 900 мкм в кислороде. Высота микроконуса растет с увеличением плотности энергии облучения Q . Сам микроконус и окрестности зоны плавления были покрыты налетом окисла GeO, что свидетельствует об интенсивной реакции окисления. Окисел GeO возгоняется с поверхности расплава, т.к. его температура сублимации ниже температуры плавления Ge, не образуя твердофазной окисной пленки. Для исследования динамики изменения рельефа в атмосфере воздуха производилась скоростная видеосъемка с частотой кадров $\nu_k=1417$ Гц. Отдельные кадры приведены на рисунке. Время съемки, отсчитываемое от момента начала облучения, указано в кадре. При $Q=430$ Дж/см² микроконус высотой $H=570$ мкм формируется за 27,5 мс при средней скорости роста 20 мм/с. На конечных этапах кристаллизации (кадры с-е) расплав самоподобен и представляет собой почти



полусферическую каплю на вершине растущего из нее микроконуса, которая, как это видно, частично смачивает твердую фазу. Измеренное по кадрам значение угла θ между мениском и касательной к границе твердое тело - газ $\theta=(35\pm 3)^\circ$ в воздухе существенно больше значения $\theta=(13\pm 1)^\circ$ в вакууме [2]. С увеличением θ и, соответственно, уменьшением смачивания, мы связываем кратное увеличение высоты микроконуса в окислительной атмосфере по сравнению с вакуумом.

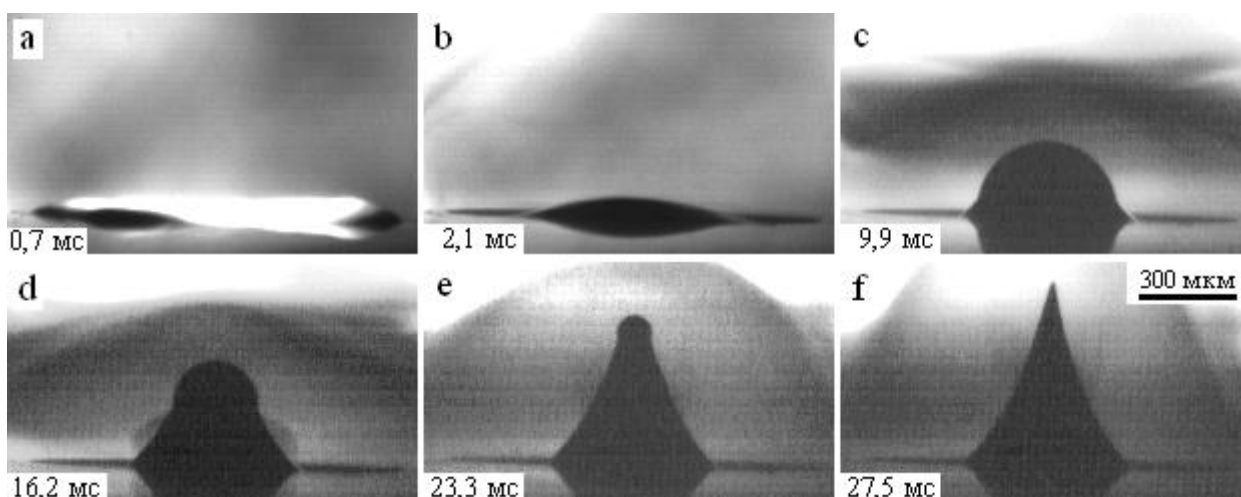


Рис.1. Изображения рельефа поверхности Ge ($v_k=1417$ Гц, $Q=430$ Дж/см²).

В работе наглядно показано частичное смачивание расплавом собственной твердой фазы в динамике роста микроконуса. Предложен механизм роста микроконуса, связанный с перераспределением расплава под действием сил поверхностного натяжения в условиях частичного смачивания при движении фронта кристаллизации и изменения плотности при фазовом переходе. Построена математическая модель формирования микроконуса.

Литература

1. Пестов Ю.И., Макин В.С. // Оптический журнал. 2008. Т.75. № 6. С. 34-42.
2. Surec T. // Scripta Metallurgica. 1976. V. 10. P. 425-431.

Пестов Юрий Иванович,
E-mail: ypestov@yandex.ru



МАТРИЧНЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ИЗ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ НАНОВОЛОКОН ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОСКОПИИ

А.П.Покидов¹, Н.В.Классен¹

1) *Институт Физики Твёрдого Тела, Черноголовка, pokidov@issp.ac.ru*

Сцинтилляторы — вещества, обладающие способностью излучать свет при поглощении ионизирующего излучения (гамма-квантов, электронов, альфа-частиц и т. д.). Как правило, излучаемое количество фотонов для данного типа излучения приближённо пропорционально поглощённой энергии, что позволяет получать энергетические спектры излучения.

Наша команда разработала композитные сцинтилляторы из неорганических наночастиц и органических люминофоров. Они обладают уникальной комбинацией высокой поглощающей способности для ионизирующего излучения, наносекундного времени высвечивания сцинтилляции и высоким световыходом, сравнимым с CsI(Tl). Эти рекордные результаты получены сверхбыстрой передачей энергии возбуждения от тяжелых неорганических частиц, поглощающих рентгеновские лучи, к органическим люминофорам, испускающим сцинтилляции. Обычные органические сцинтилляторы имеют низкую радиационную стойкость. Показано, что наши композитные сцинтилляторы увеличивают радиационную прочность излучения благодаря внутримолекулярной фиксации полимеров наночастицами.

Ранее подобные композиты имели недостаток в неоднородном распределении наночастиц, приводящий к рассеянию сцинтилляционного света. Для лучшего упорядочения мы применяли быстрое отверждение композитного раствора на центрифуге. Это упорядочение повысило эффективность передачи возбуждения от наночастиц, поглощающих ионизирующее излучение к сцинтиллирующим полимерам. В связи с этим, улучшение световыхода ориентированной пленки увеличилось на 20% по сравнению с неориентированной пленкой. Кроме того, под действием центробежной силы из вращающейся подложки происходит выброс маленьких капель композита, из которого в процессе полета формируются микроволокна. Диаметры этих микроволокон варьируются от 10 до 50 мкм. Каждое микроволокно состоит из нановолокон, диаметр которых варьируется от 20 до 300 нм. Измерения рентгеновской люминесценции этих микроволокон показали увеличение их световыхода на 30% по сравнению с неориентированными пленками. Это усиление, с одной стороны, можно объяснить лучшим упорядочиванием между бензольными кольцами и наночастицами. С другой стороны, оптическая микроскопия этих микроволокон выявляет квазипериодическую модуляцию их структуры



вдоль волокон с периодом в микрометр. Такая осевая модуляция может обеспечить своего рода распределенную обратную связь, приводящую к увеличению световыхода, связанное с оптическим резонансом для испускаемой волны по аналогии с фотонным кристаллом. Мы наблюдали распространение излучаемого света вдоль волокна за пределы области, возбуждаемой рентгеновскими лучами. Этот экспериментальный факт подтверждает версию преимущественного излучения света вдоль волокон. Если это так, то будущие исследования взаимосвязи между условиями получения этих микроволокон, их внутренней структурой и характеристиками излучения света приведут к дальнейшему улучшению их сцинтилляционных параметров, связанных с оптимизацией технологии. Эти волокна могут быть использованы для изготовления сцинтилляционных матричных детекторов с высокой временной и пространственной разрешающей способностью. В этом случае боковые поверхности волокон должны быть оптически изолированы друг от друга (например, тонким алюминиевым покрытием). Затем волокна, параллельные друг другу, могут быть собраны в плотные пучки, создавая сцинтилляционные матрицы с поперечным пространственным разрешением, соответствующие диаметру волокна и временному разрешению около 1 нсек, имеющему место в композиционных сцинтилляторах такого рода. Преимущественное распространение испускаемого света вдоль оси волокна улучшит сбор света с помощью матрицы фотоприемника, а также энергетическое и временное разрешение благодаря минимизации потерь света.

Покидов Антон Павлович,
E-mail: pokidov@issp.ac.ru

МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ЭТАПЕ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

К.К. Смирнов¹, А.В. Назаров², В.А. Шахнов²

1) *НИИ системных исследований РАН mail@konstantinsmirnov.com*

2) *МГТУ им.Н.Э.Баумана, Москва, shakhnov@iu4.bmstu.ru*

Качество сверхбольших интегральных схем (СБИС) является комплексным показателем, который напрямую зависит от метрологического обеспечения и совершенства технологического процесса (ТП) их производства. Для обеспечения требуемого качества выпускаемых СБИС недостаточно проведения разрозненных локальных мероприятий с контролем отдельно взятых показателей качества. Важно оценивать их в комплексе на всех этапах проектирования и производства.



В данной работе рассматривается задача повышения процента выхода годных пластин для СБИС. Для ее решения разработан оригинальный метод и специализированный аппаратно-программный комплекс (далее, «система»), обеспечивающий прослеживаемость качества пластин на этапе функционального контроля в условиях производства. Описаны алгоритмы реализации, структура и функциональные возможности комплекса.

Наиболее важной задачей всего ТП производства СБИС является выявление и исключение из выборки потенциально нестойких СБИС на самых ранних его этапах. Для решения этой задачи в системе использован математический аппарат параметрического и функционального контроля СБИС, позволяющий существенно сократить время анализа отказов изделий.

Вторая проблема тестирования СБИС связана с проблемой хранения крупноразмерных наборов тестовых векторов, отличающихся для каждого изделия. Для решения данной задачи в системе применен *сервер с системой баз данных*, в котором реализован эффективный алгоритм индексации и типизации данных измерения параметров прослеживаемой партии пластин. Для решения задачи хранения результатов измерения и при сбое устойчивого информационного обмена между оборудованием разработан универсальный формат хранения результатов функционального контроля, к которому предъявлены дополнительные требования по типизации хранимых данных и более строгие требования к надежности.

Третья группа алгоритмов, реализованных в системе, обеспечила возможность ее работы с разным измерительным оборудованием, с разными форматами данных и платформами, на которых решается задача измерения параметров готовой продукции. В результате удалось формализовать процессы: а) сбора результатов измерений с различного измерительного оборудования; б) отображения результатов измерений в единообразном интерфейсе; в) анализа результатов измерений; г) подготовки отчетов о проведенных измерениях по шаблонам.

В системе реализован динамический алгоритм генерации тестовой таблицы (*алгоритм вариативного тестирования*), позволяющий проводить разбраковку кристаллов на пластине на текущей технологической операции в зависимости от данных, полученных на предыдущих операциях ТП. В результате открылась возможность создавать минимально-необходимый функциональный тест, уникальный для каждого экземпляра тестируемого изделия и обойти ограничения современных логических анализаторов, не поддерживающих динамические тестовые таблицы.



При проведении функционального контроля пластины при повышенной рабочей температуре программа запрашивает результаты тестирования при комнатной температуре и проводит анализ только сбойных кристаллов по определенным областям ячеек для каждого кристалла. Полученные результаты автоматически сравниваются с результатами предыдущей операции, и подсчитывается количество ячеек в области, *сохранивших* ошибку, ячеек с *исчезнувшей* ошибкой и ячеек с *приобретённой* ошибкой и оформляются в виде графических карт годности.

Хотя все кристаллы СБИС на пластине подвергаются одинаковому тестовому воздействию одновременно, – величины их параметров могут отличаться друг от друга. Для оценки распределения некоторого параметра на пластине реализован алгоритм, позволяющий визуально наблюдать тенденции его изменения в привязке к геометрии пластины и исключать из рассмотрения замаскированные по критерию Граббса кристаллы, и, дополнительно, определять наличие бимодальности в его распределении. Повторяемые дефекты позволяет выявить реализованный в системе алгоритм отбраковки кристаллов по одинаковым спискам сбойных выводов. Отдельные результаты работы получены при финансовой поддержке по Соглашению с МОН РФ №2.4176.2017/4.6.

Смирнов Константин Константинович

E-mail: mail@konstantinsmirnov.com; konstantin_smirnov@srisa.ru

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМРИСТОРНЫХ СТРУКТУР

А.И.Власов¹, В.П.Жалнин¹, В.А.Шахнов¹

1) *Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана*

Первые модели запоминающих устройств нового типа, получивших название мемристоры, были предложены в 2008 году сотрудниками лаборатории Hewlett-Packard. Классический мемристор состоит из двух электродов, между которыми находится резистивный слой, состоящий из двуокиси титана. При прохождении тока в одном направлении сопротивление мемристора плавно увеличивается, а при смене полярности уменьшается и сопротивление мемристора становится прежним. Отличительной особенностью мемристора является то, что его сопротивление пропорционально прошедшему через него заряду и при отключении напряжения сопротивление мемристора не меняется со временем до тех пор, пока через него снова не пропустят электрический



ток. Мемристор, в принципе, может запоминать несколько состояний и на его основе можно создавать вычислительные устройства, работающие не на двоичной логике, а на логике более высокого порядка. Функциональные возможности мемристора дают возможность применять его не только в качестве элемента памяти или составной части логического элемента. Мемристоры на сегодня являются, пожалуй, единственной неживой субстанцией, приближающейся по своим функциональным возможностям к синапсам живого мозга.

Целью работы является анализ методов повышения стабильности работы и долговечности неорганических мемристорных структур и выработка соответствующих рекомендаций.

В настоящее время известны неорганические мемристорные структуры, которые можно разбить на следующие классы: мемристоры на основе халькогенидов, мемристоры на основе оксидов металлов, мемристоры на основе твердых электролитов. Основной проблемой неорганических мемристорных структур является сложность создания структуры, которая стабильно выдерживала бы достаточное количество циклов перезаписи $> 10^9$ и одновременно имела бы малое время переключения < 5 нс.

В качестве преимущества мемристоров на основе халькогенидов – большое число циклов перезаписи (от 10^9 до 10^{13}) и хорошая температурная стабильность (установившееся значение сопротивления практически неизменно на протяжении 10 лет при температуре до 110 °C). Недостатки - расслоение материала халькогенида со временем и средние характеристики по быстродействию (в районе 9-60 нс). Мемристоры на основе оксидов металлов имеют более низкую устойчивость к циклической деградации из-за самопроизвольной диффузии в резистивном слое, приводящей к изменению состояния последнего, но имеют самые лучшие показатели по быстродействию 5-40 нс. Мемристоры на основе твердых электролитов проявляют устойчивость к деградации, но имеют худшие характеристики по быстродействию $50-12 \cdot 10^9$ нс.

По совокупности показателей наиболее перспективным является мемристор на основе оксида металла, сопротивление которого изменяется за счет изменения концентрации кислородных вакансий. Для решения проблемы неорганических мемристорных структур - создания структуры, которая стабильно выдерживала бы достаточное количество циклов перезаписи и одновременно имела бы малое время переключения предлагается новое решение, которое заключается в изоляции области возникновения проводящих наноканалов и применении электрода в виде кристаллической гомогенной мембраны. Предлагаемое решение позволит стабилизировать плотность кислородных вакансий, которые являются проводящими мостиками в резистивном слое.



Одним из возможных вариантов улучшения функциональных свойств мемристора на основе двухвалентного оксида металла является легирование материала окисного слоя примесью трехвалентного металла. Увеличение количества циклов перезаписи и повышение стабильности характеристик во времени для мемристора на основе оксида металла можно достичь путем локализации области, в которой осуществляется возникновение и дальнейшее распространение кислородных вакансий.

Для повышения долговечности и стабильности работы мемристора на основе оксида металла представляется перспективным один из электродов сделать из материала, обладающего одновременно низким удельным сопротивлением и широкой областью гомогенности и действующего по принципу кристаллической гомогенной мембраны, проводящей определенный вид ионов.

Власов Андрей Игоревич, к.т.н., доцент
E-mail: vlasov@iu4.ru

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО
РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ ДЛЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПРИ
ОБНАРУЖЕНИИ ДЕФЕКТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ
ПОВЕРХНОСТЯХ**

Д.В. Ситанов

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»,
Иваново, sitanov@isuct.ru*

Плазма в воздухе при атмосферном давлении широко используется в технике и технологии для прецизионной обработки материалов, в основном, ввиду высокой эффективности плазменных процессов и относительно простого и дешевого оборудования.

В последнее время сфера применения газовых разрядов существенно расширилась, так как позволяет воздействовать на материал практически на атомном уровне, инициируя на поверхности процессы послойного травления, эпитаксиального наращивания материала и формирования на подложках квантово-размерных структур. Таким образом, контроль структурного совершенства высококлассных поверхностей становится приоритетной задачей. Одним из способов её реализации в настоящее время является газоразрядная визуализация дефектов при атмосферном давлении, заключающаяся в получении ярких плазменных образований в непосредственной близости от поверхности объекта с дефектом на фоне слабого свечения плазмы воздуха в



электромагнитных полях высокой напряженности [1]. Известно, что барьерный разряд в воздухе состоит из множества микроразрядов, заполняющих объем между электродами. Анализ его спектра показал, что наибольшей интенсивностью обладают полосы второй положительной системы азота $N_2(C^3\Pi_u - B^3\Pi_g)$, расположенные в ультрафиолетовой области спектра, и первой отрицательной системы положительного молекулярного иона азота $N_2^+(B^2\Sigma_u^+ - X^2\Sigma_g^+)$, лежащей в синей области, что и будет определять цвет картины визуализации дефектов. Искровой разряд, ввиду его сложной структуры и неоднородности свечения, затрудняет непосредственный процесс контроля дефектов на поверхностях образцов. Картина визуализации получается нестабильной во времени в виде плазменных пульсаций. Если минимизировать расстояние между электродами, а в предельном случае осуществить непосредственный контакт высоковольтного электрода с образцом исследования, то свечение плазмы в области дефектов будет более однородным в виде стабильного диффузного свечения, пригодного для осуществления фотометрического контроля поверхностных дефектов различных образцов.

В общем случае предлагаемый подход позволяет контролировать на поверхности подложек единичные проколы в тонких диэлектрических пленках (1 мкм), что может быть использовано в технологии микроэлектроники при формировании маскирующих и пассивирующих слоев на полупроводниках, а также в машиностроении при поиске пробоев в изоляции токоведущих частей аппаратуры, проводов и промышленных кабелей. По яркости свечения плазменных образований можно судить о концентрации точечных дефектов на исследуемых поверхностях. Дифференциальный (единичный) или интегральный (усредненный) режим контроля дефектов можно осуществить путем изменения частоты высоковольтного источника питания в диапазоне от нескольких (1-10) кГц до сотен (250-400) кГц.

Способ плазменной визуализации дефектов показал свою высокую эффективность при контроле наличия на планарных поверхностях (металлических, монокристаллических, диэлектрических) сколов, трещин, расслоений, вплоть до анализа качества сварных швов на наличие в них участков непропая. Возможен также контроль дефектов термической и химико-термической обработки, связанный с возможным формированием зон грубозернистой структуры, перегрева или пережога.

Существенными достоинствами предлагаемой методики визуализации дефектов являются не только широкий спектр материалов исследования и возможность контроля качества лабораторных образцов или гладких изделий правильной геометрической формы, но и узлов промышленных установок. Так, в ходе исследований была показана



возможность поиска сквозных отверстий во внешней обшивке теплообменного оборудования с использованием специально спроектированной мобильной установки, реализующей диэлектрический барьерный разряд над поверхностью исследуемой детали.

Литература

1. Пат. 2579546 Российская Федерация, МПК G01N 21/21 (2006.01). Способ обнаружения механических дефектов на поверхности твердых материалов / Ситанов Д.В., Анжауров А.А.; заявитель и патентообладатель «Ивановский государственный химико-технологический университет» (ИГХТУ). – № 2014154429/28; заявл. 30.12.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. – 2 с.

Ситанов Дмитрий Вячеславович, к.х.н., доцент
E-mail: sitanov@isuct.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ В НАНОДИАПАЗОНЕ

Аханова Н.Е., Габдуллин М.Т., Желкобаев Ж.Е., Батрышев Д.Г., Ерланулы Е.

Казахско-британский университет, Алматы

На сегодняшний день развитие нанотехнологии связано с разработкой высокочувствительных методов и созданием высокоточных средств измерений линейных размеров объектов в нанодиапазоне, а также контроля их перемещений. Для этих целей должны выполняться максимально возможные степени точности для обеспечения высокого метрологического уровня.

Высокопрецизионное измерение наноперемещения требуется для проведения различных работ, связанных с созданием взаимосвязанных эталонов в области механических и акустических величин, при изучении квантово-размерных эффектов, высокостабильных источников когерентного излучения, калибровки актюаторов микро- и нанодиапазона и контроля техногенно - опасных объектов с целью обеспечения экологического баланса окружающей среды.

Для решения данных задач предлагается метод лазерной интерферометрии-фазометрии основанных на фундаментальные константы и эталоны физических величин [1-3]. Данная методика совместно с техникой фазометрии радиодиапазона, дает возможность для реализации высокоточных измерительных систем для обеспечения линейных измерени в микро- и нанометровом диапазонах.



Принципиальная схема данной системы должно включать источник высокостабилизированного оптического излучения, интерференционный оптический преобразователь с акустооптическими модуляторами, фотоприемное устройство, высокочастотный генератор с электрическим смесителем, электронно-фазаизмерительную систему и компьютер для анализов результатов измерений.

Таким образом, работа предлагаемой системы основана на сравнении измеряемого изменения длины оптического пути с высокостабильной мерой – длиной волны частотно-стабилизированного излучения.

Литература

1. С.А. Дарзбек, Ж. Желкобаев, В.В. Календин, Ю.А. Новиков. Лазерный интерферометрический измеритель наноперемещений // Труды ИОФАН им. А.М. Прохорова, РАН. – Т. 62. – С. 15-35.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики // Москва. Наука, – 1970. – С. 856.
3. Карташев А.И., Эцин И.Ш. Методы измерения малых изменений разности фаз в интерференционных устройствах // УФН, – 1972. – Т. 106, №. 4.

Аханова Назым Ерлановна, PhD докторант
E-mail: nazym@physics.kz

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАЛОРАСХОДЯЩИХСЯ ПОТОКОВ РЕНТГЕНОВСКОГО КВАЗИМОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.К. Егоров¹, Е.В. Егоров^{1,2}, А.Н. Лень²

1) *Институт проблем технологии микроэлектроники РАН, Черноголовка,
egorov@iptm.ru*

2) *Российский университет дружбы народов, Москва*

Развитие нанонауки и нанотехнологии объективным образом нуждается в наличии диагностических средств с наноразмерными зондовыми характеристиками. Такими характеристиками в той или иной степени обладают методы силовой микроскопии, электронной просвечивающей и сканирующей микроскопии и ионно-пучковой микро и наноспектрометрии. В области рентгеновской нанодиагностики определенный прогресс был связан с появлением плоских рентгеновских волноводов-резонаторов (ПРВР), формирующих нитевидные пучки рентгеновских лучей наноразмерной ширины и



повышенной радиационной плотности [1]. Их применение, например, для рентгенофлуоресцентного анализа в условиях полного внешнего отражения (РФА ПВО) позволило существенно повысить эффективность этого наноаналитического метода [2]. Однако, изучение параметров потоков рентгеновского излучения, формируемых этим устройством, показало, что их важнейшие характеристики – наноразмерность и повышенная радиационная плотность нивелируется на расстоянии уже 30-50 мм от выходного среза ПРВР. Это является результатом наличия угловой расходимости формируемых потоков, несмотря на кажущуюся незначительность этого параметра, обычно близкого к величине 0.1 градуса. Поэтому одной из важнейших задач развития волноводно-резонансных структур, позволяющих уменьшить угловую расходимость формируемого потока φ_2 рентгеновских лучей в сравнении с углом радиационного захвата φ_1 без снижения его интегральной интенсивности. В результате проведенных исследований была разработана подобная волноводно-резонансная конструкция, схема которой представлена на рисунке 1.

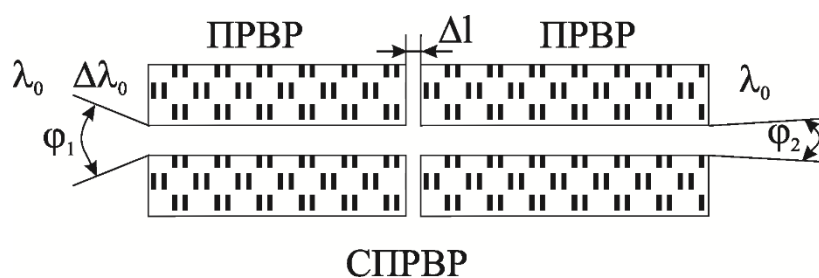


Рис.1. Схема составного плоского рентгеновского волноводно-резонатора (СПРВР), захватывающего квазимонохроматическое излучение в угловом интервале φ_1 и выводящее его с угловой расходимостью φ_2 .

Экспериментально было показано, что для реализации волноводно-резонансного режима транспортировки потока квазимонохроматического рентгеновского излучения необходимо, чтобы ширина щелевого зазора каждого ПРВР простейшей конструкции, составляющих СПРВР, была меньше величины половины длины когерентности этого излучения ($s < L/2 = \lambda_0^2 / 2\Delta\lambda$), а для правильного функционирования СПРВР нужно, чтобы размер промежутка между последовательно установленными и взаимно съюстированными ПРВР Δl был меньше критического значения этого расстояния ($\Delta l < \lambda_0^3 / 8\Delta\lambda^2$). При этом, поскольку поток рентгеновского излучения представляет собой фотонный статистический ансамбль, его состояние должно подчиняться теореме Луивилля, постулирующей неизменность фазового объема в процессе любых преобразований такого ансамбля. Следовательно, уменьшение угловой расходимости в потоке, формируемом СПРВР,



должно компенсироваться вариацией какого-то другого его параметра. Прецизионные дифрактометрические измерения показали, что рентгеновский поток, формируемый на выходе СПРВР, характеризуется ухудшением степени его монохроматичности, т.е. увеличением значения параметра $\Delta\lambda$. Этот результат позволил разработать модель функционирования СПРВР.

Поток квазимонохроматического излучения, генерируемый лабораторным рентгеновским источником, характеризуется средней длиной волны λ_0 и исходной степенью монохроматичности $\Delta\lambda_1$. В формируемом на выходе СПРВР потоке рентгеновского излучения средняя длина волны сохраняется, а степень монохроматичности будет характеризоваться значением $\Delta\lambda_2 = \Delta\lambda_1 + \delta\lambda$. Разработанная нами модель позволила связать степень уменьшения угловой расходимостью $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ и значение ухудшения монохроматичности формируемого потока $\delta\lambda$ в соответствие с выражением: $\delta\lambda = \varphi_1 \lambda_0 (\varphi_1 - \varphi_2)$.

В работе обсуждаются следствия разработанной модели.

Литература

- [1] В. Егоров, Е. Егоров. Планарные рентгеновские волноводы-резонаторы. Реализация и перспективы. Lambert Acad. Publ.: Saarbrucken. 2017. 388 стр.
- [2] V.K. Egorov, E.V. Egorov. Peculiarities of the planar waveguide-resonator application for TXRF spectrometry // Advances in X-ray Chem. Anal. Japan. V44 (2013) P. 21-40.

Егоров Владимир Константинович, к.ф.м.н.
E-mail: egorov-ipm@mail.ru

ЭЛЕКТРОАДГЕЗИОННЫЕ РОБОТЫ (ОБЗОР)

Ю.М. Евдокимов¹, Д.С. Демина²

1) Академия ГПС МЧС России, Москва evdokur@mail.ru, deminadasha@list.ru

После получения первых электроадгезионных соединений одновременно в СССР (1967) и США (1968) началась эра электроадгезионных роботов (ЭАР), которые нашли использование в качестве крепежных устройств, прижимов, захватов, пинцетов, актуаторов, муфт сцепления, приводов, манипуляторов, микро- и нано - электромеханических систем, которым уделено значительное внимание в представленной



работе. Рассмотрены и ЭАР, пригодные для эксплуатации в экстремальных условиях (вакуум, повышенная радиация, резкие перепады температур) с возможностью сборки в условиях ближнего космоса, собираемые по типу деталей LEGO, в том числе с адаптивными способностями.

Приведен анализ персональных роботов для био- и медицинского использования, роботов-сортировщиков, роботов-пожарных, гибридных роботов (комбинация ЭАР с геккон-эффектом или сухой адгезией) с управлением по замыслу.

Анализируются возможности и области использования ЭАР для устранения повреждений атомных электростанций (при этом двойной электрический слой на границе контакта двух или более твердых тел не реагирует на высокую ионизацию и радиацию, так как он является “связанным”), сбора космического мусора, добычи полезных ископаемых из морской воды или энергии из метановых клатратов на дне моря и т. п.

Евдокимов Юрий Михайлович, к.х.н., профессор
E-mail: evdokur@mail.ru

ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫЕ ПОКРЫТИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Д.А. Романов¹, В.Е. Громов¹

1) *Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,*
romanov_da@physics.sibsiu.ru

Решена научная проблема упрочнения сильноточных электрических контактов переключателей мощных электрических сетей путем электровзрывного напыления износостойких и электроэрозионностойких покрытий различных составов, имеющая важное хозяйственное значение.

Методами современного материаловедения и анализа физических моделей выявлены закономерности и природа формирования износостойких и электроэрозионностойких покрытий при электровзрывном напылении и последующей электронно-пучковой обработке.

Основой структурообразования в электровзрывных порошковых покрытиях являются динамические ротации напыляемых частиц, которые формируют вихревую структуру как в покрытии, так и в верхних слоях подложки. Это вызывает диспергирование всех структурных элементов покрытия, их взаимное проникновение друг в друга и



размытие интерфейса между динамическими ротациями и матрицей покрытия, что способствует повышению свойств покрытия.

Установлены морфологические особенности поверхности образующихся после ЭПО композиционных покрытий различных систем. При режиме ЭПО $E_s = 60$ Дж/см², $t = 100$ мкс, $N = 10$ имп. размер зерен поликристаллической структуры изменяется в пределах от 3 до 40 мкм. Увеличение длительности импульса до 200 мкс и их числа до 20 имп. приводит к формированию более однородной зеренной структуры с размером зерен от 10 до 20 мкм. В объеме зерен независимо от плотности энергии пучка электронов наблюдается структура ячеистой кристаллизации, характерная для материала, охлажденного с высокими скоростями. Размер ячеек изменяется в пределах от 0,25 до 0,5 мкм.

Независимо от фазового состава покрытия и режима облучения электронным пучком выявлены следующие дислокационные субструктуры: ячеистая, полосовая, фрагментированная, субзеренная, а также зерна с хаотически распределенными дислокациями и дислокациями, формирующими сетки. Хаотически распределенные дислокации и дислокации, формирующие сетки, выявляются также и во всех указанных выше субструктурах. При увеличении длительности импульса воздействия пучка от 100 до 200 мкс и количества импульсов с 10 до 20 преимущественно формируется дислокационная субструктура с более совершенными границами. Преимущественным типом дислокационной субструктуры (до 37 %) в покрытиях систем W-Cu, Mo-Cu, Mo-C-Cu, W-C-Cu, Ti-B-Cu, TiB₂-Cu, Mo-Ni-Cu, W-Ni-Cu, TiB₂-Al, TiB₂-Mo и TiB₂-Ni является полосовая субструктура, а в покрытиях систем W-C-Cu, Cr-C-Cu, TiC-Mo и TiC-Ni – субзеренная (до 57 %).

Толщина h слоев электровзрывных покрытий различных систем, модифицированных электронным пучком, в зависимости от поверхностной плотности энергии E_s , имеет линейный характер. Ее максимальное значение наблюдается у системы TiB₂-Cu, минимальное – у системы TiC-Ni. У покрытий других систем она имеет промежуточные значения, что объясняется их теплофизическими свойствами.

Для покрытий системы Cr-C-Cu при увеличении W от 3 до 5 ГВт/м² параметр твердого раствора Cr(Cu) увеличивается от 0,2885 до 0,2890 нм. При этом параметр твердого раствора Cu(Cr) уменьшается от 0,36195 до 0,36125 нм. Это связано с увеличением степени легирования соответствующего твердого раствора. Содержание первичного карбида Cr₇C₃ тем больше, чем меньше степень легирования твердого раствора Cr(Cu).



Установлено, что ЭВН приводит к одновременному повышению до нескольких раз различных эксплуатационных свойств: нано- и микротвердости, модуля упругости первого рода, износостойкости в условиях сухого трения скольжения, электроэрозионной стойкости в условиях дуговой и искровой эрозии. Максимальные значения относительной износостойкости имеют покрытия системы W-Ni-Cu на медной подложке и составляют 8,1. Максимальные значения относительной износостойкости имеют покрытия системы TiC-Ni на подложки из стали Hardox 450 и составляют 10,2. Упрочнение достигается за счет образования мелкодисперсных фаз в вязкой металлической матрице. Предложены модели образования зоны смешивания материала покрытия на границе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-60032 мол_а_дк и при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-1118.2017.2.

Романов Денис Анатольевич, к.т.н., доцент
E-mail: romanov_da@physics.sibsiu.ru

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ В ПЛАЗМЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЧ+DC РАЗРЯДА

А.Т. Жунисбеков¹, Р.Е. Жумадилов, С.А. Оразбаев^{1,2}, М.Т. Габдуллин^{2,1},

Т.С. Рамазанов¹

- 1) *Институт экспериментальной и теоретической физики, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*
- 2) *Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

На сегодняшний день наночастицы и наноструктурированные материалы используются во многих сферах человеческой деятельности – в электронике, информатике, материаловедении, энергетике, машиностроении, биологии, медицине. Их производство в плазменной среде обладает рядом нескольких преимуществ [1].

Комбинированный (ВЧ+DC) разряд используется для травления различных материалов, для стерилизации, плазменной очистки газоразрядных камер, в плазмохимии, для накачки газовых лазеров и т.д. [2, 3].

В этой работе рассматривается получение наночастиц меди в плазме комбинированного ВЧ+DC разряда. Экспериментальная установка состоит из нескольких



частей: система питания (ВЧ генератор с согласующим устройством и источник постоянного тока), вакуумная система и вакуумная камера. Основной частью экспериментальной установки является система электродов, которая расположена внутри камеры. Плазма зажигается между плоскопараллельными электродами с диаметром 10 см. Межэлектродное расстояние составляет 3 см. Верхний электрод подключен к ВЧ генератору Seren-R301 и источнику питания постоянного тока, а нижний электрод заземлен. Мишень из меди прикреплен к верхнему электроду. Мощность ВЧ разряда варьировалась в пределах $1 \div 50$ Вт, напряжение постоянного источника питания $0 \div 100$ В, а давление газа $0,1 \div 1$ Торр [3].

В качестве подложек и основы для металлических пленок использовались пластины монокристаллического кремния с размерами 1×1 см. Предварительно подложки проходили химическую очистку.

Полученные образцы были исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Как показывает СЭМ изображение, были синтезированы сферические наночастицы с диаметрами от 60 нм до 300 нм в зависимости от параметров плазмы. Диаметр и концентрация частиц были определены с помощью напряжения самосмещения и концентрации электронов.

В результате были построены распределения размеров частиц от параметров плазмы. Были получены зависимости напряжения самосмещения от времени при различных параметрах плазмы (давление газа и мощность разряда) и график зависимости времени синтеза частиц от напряжения постоянного тока. Было определено, что с увеличением напряжения постоянного тока уменьшается время синтеза частиц. Таким образом, можно сказать, что с помощью постоянного электрического напряжения можно контролировать рост частиц в плазменной среде.

Литература

1. W.T. Lai, C.J. Hwang, A.T. Wang, J.C. Yau, J.H. Liao, L.H. Chen, K. Adachi and S. Okamoto, Proc. Int. Symp. on Dry Process (2006) 109.
2. V.A. Lisovskiy, N.D. Kharchenko and V.D. Yegorenkov, J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 425202.
3. Orazbayev S.A., Utegenov A.U., Zhunisbekov A.T., Slamyiya M., Dosbolayev M.K., Ramazanov T.S.. Synthesis of carbon and copper nanoparticles in radio frequency plasma with additional electrostatic field. Contributions to Plasma Physics 2018;1–6. <https://doi.org/10.1002/ctpp.201700146>



Нанотехнологии в ТЭК

ВЛИЯНИЕ ИОНООБМЕННЫХ НАНОЯВЛЕНИЙ НА ВЫТЕСНЕНИЕ НЕФТИ ПОЛИМЕРНЫМИ РАСТВОРАМИ

А.Я. Хавкин^{1,2}, Б.А. Иманбаев³

- 1) *Нанотехнологическое общество России, Москва, aykhavkin@yandex.ru*
- 2) *РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва, aykhavkin@yandex.ru*
- 3) *АО «Мангистаумунайгаз», Казахстан, г. Актау*

Приведены исследования полимерной технологии вытеснения нефти водами разной минерализации. Показано, что ионнообменные наноявления между пластовыми и закачиваемыми водами влияют на эффективность этой технологии.

Месторождение Каламкас – нефтяное месторождение в Мангистауской области Казахстана, открыто в 1976г, освоение началось в 1979г. В настоящее время разработку месторождения ведёт компания АО «Мангистаумунайгаз» [1].

К основным геолого-физическим особенностям месторождения Каламкас, которые определяют эффективность разработки этого месторождения, относятся многопластовость, повышенная вязкость нефти, высокая минерализация пластовых и закачиваемых вод, сильная неоднородность по проницаемости. Вязкость нефти в пластовых условиях при температуре 41,1-430С составляет 13,41 мПа·с [1].

Разработка месторождения Каламкас осуществляется в соответствии с проектным документом с применением преимущественно закачки воды для поддержания пластового давления и полимерными технологиями на опытных участках [2, 3].

Минерализация используемых вод различна, и изменяется от 4 г/л до 155 г/л.

Закачку полимерных систем, которая является одним из высокоэффективных методов физико-химического воздействия на продуктивный пласт [4], для повышения эффективности добычи нефти на месторождении начали применять с 1980г.

Широкое распространение различных модификаций технологий закачки полимерных систем обусловлено их достоинствами. Метод хорошо подходит для извлечения нефти в условиях различных стадий разработки месторождений, особенно для неоднородных по проницаемости пластов с повышенной вязкостью нефти, различных по свойствам и строению коллекторов, осуществляется при небольших расходах реагента, не



требует применения дорогостоящего и сложного оборудования. Недостатки метода – снижение стабильности растворов полимеров при высоких температурах (термическая деструкция) и при высокой минерализации пластовых флюидов.

Основное свойство полимеров заключается в загущении воды, что приводит к уменьшению соотношения вязкостей нефти и воды в пласте и сокращению условий прорыва воды, обусловленных различием вязкостей или неоднородностью пласта. Кроме того, полимерные растворы, обладая повышенной вязкостью, лучше вытесняют не только нефть, но и связанную пластовую воду из пористой среды. Поэтому они вступают во взаимодействие со скелетом пористой среды, то есть породой и цементирующим веществом. Это вызывает адсорбцию молекул полимеров, которые выпадают из раствора на поверхность пористой среды и перекрывают каналы или ухудшают фильтрацию в них воды. На величину адсорбции большое влияние оказывает минерализация воды и минеральный состав породы вследствие ионообменных наноявлений [4].

Были проведены эксперименты по вытеснению нефти полимерным раствором на основе вод как пластовой (минерализация 132 г/л), так и подтоварной (минерализация 105 г/л). Были использованы полимерные растворы концентрации 0,7 г/л на основе этих вод. Как показали экспериментальные исследования, использование подтоварной воды для затворения полимера для приготовления полимерного раствора обеспечивает увеличение нефтеотдачи более чем на 1 пункт относительно использования пластовой воды для приготовления полимерного раствора.

Литература

1. Иманбаев Б.А. Геолого-физические особенности месторождения Каламкас // Естественные и технические науки, 2016, № 3, с.42-45.
2. Авторский надзор за реализацией уточненного проекта разработки месторождения Каламкас / Орынбасар Е.К., Будянская С.Б. и др. // Актау, 2011.
3. Иманбаев Б.А. Особенности полимерной технологии разработки месторождения Каламкас // Материалы V Международной Конференции «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям», М., 22-23 ноября 2016г., М., Нефть и газ, 2016, с.102-108.
4. Хавкин А.Я. Нанотехнологии в добыче нефти и газа / Изд. 4, М., Нефть и газ, 2016, 358с.

Хавкин Александр Яковлевич, д.т.н., профессор
E-mail: aykhavkin@yandex.ru



Наноструктурированные металлы и сплавы

ВЛИЯНИЕ ТОКОВОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА ПРИ УСТАЛОСТНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

И.А. Комиссарова¹, Д.А. Косинов¹, С.В. Коновалов², Ю.Ф. Иванов³, В.Е. Громов¹,
Е.Д. Крюкова²

1) *Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,
i.r.i.ss@yandex.ru*

2) *Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.
Королева, Самара, ksv@ssau.ru*

3) *Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, yufi55@mail.ru*

Работа посвящена анализу структуры поверхностного слоя технически чистого титана, подвергнутого многоцикловым усталостным испытаниям и токовой импульсной обработке. Структура поверхностного слоя титана в состоянии поставки, разрушенного в результате усталостных испытаний, имеет тонкий поверхностный слой с нанокристаллической зеренно-субзеренной структурой. Средний размер зерен, формирующих данный слой, составляет $58,6 \pm 21,5$ нм. Прилегающий к наноструктурированному поверхностному слою объем материала имеет пластинчатую структуру и характеризуется наличием большого количества изгибных экстинкционных контуров.

Методами дифракционной электронной микроскопии с применением темнопольной методики и последующего индицирования микроэлектроннограмм были проведены исследования фазового состава поверхностного наноструктурированного слоя технически чистого титана марки ВТ1-0, разрушенного в результате усталостных испытаний.

Объектом электронно-микроскопических микродифракционных исследований были образцы, усталостные испытания которых осуществляли в условиях токовой импульсной обработки. Выполненные испытания показали, что разрушение образцов наступает в среднем после 359.532 циклов. Следовательно, токовая импульсная обработка приводит к увеличению усталостной долговечности материала в $\approx 1,3$ раза.

Следующей особенностью зеренной структуры поверхностного слоя является сравнительно большой разброс зерен по размерам. Можно предположить, что причиной этому являются процессы рекристаллизации материала, имеющие место при



дифракционной электронной микроскопии.

Частицы окисной фазы располагаются вдоль границ зерен и субзерен α -титана. Размеры частиц окисной фазы изменяются в пределах от 10 нм до 35 нм, что заметно больше размеров частиц окисной фазы, формирующихся в поверхностном слое титана, подвергнутого усталостным испытаниям без дифракционной электронной микроскопии

Усталостные испытания образцов технически чистого титана марки ВТ1-0 сопровождаются формированием в зернах поверхностного слоя дефектной субструктуры. Подобного вида дефектная субструктура формируется и в зернах α -титана, разрушенных при усталостных испытаниях в условиях токовой импульсной обработки. Данная субструктура выявляется и на светлопольных и на темнопольных.

Установлено, что токовая импульсная обработка образцов, осуществляемая на промежуточной стадии испытаний, приводит к увеличению усталостной долговечности материала в $\approx 1,3$ раза относительно образцов без такой обработки. Выполнены электронно-микроскопические микродифракционные исследования фазового состава и дефектной субструктуры поверхностного слоя образцов технически чистого титана марки ВТ1-0, разрушенных в условиях усталостных испытаний и выявлены физические механизмы, ответственные за увеличение усталостной долговечности материала в условиях дифракционной электронной микроскопии. Показано, что с токовая импульсная обработка технически чистого титана марки ВТ1-0, во-первых, сопровождается многократным увеличением размеров кристаллитов α -титана поверхностного слоя материала, что обусловлено процессами рекристаллизации; во-вторых, способствует снижению количества источников (концентраторов) внутренних полей напряжений в поверхностном слое материала, что обеспечивает снижение потенциально опасных мест трещинообразования; в-третьих, приводит к существенному увеличению размеров частиц окисной фазы, формирующихся в поверхностном слое образцов технически чистого титана при усталостных испытаниях.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект №16-58-00075-Бел-а), (проект №16-32-60048мол_а_дк) и государственного задания № 3.1283.2017/4.6.

Комиссарова Ирина Алексеевна, аспирант
E-mail: i.r.i.ss@yandex.ru



ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА РЕШЕТКИ НАНОПОРОШКА МЕДИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ

Ж.Т. Накысбеков¹, М.Ж. Буранбаев¹, М.Б. Айтжанов¹, М.Т. Габдуллин^{1,2}

- 1) *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, jhasulan@list.ru*
- 2) *Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Республика Казахстан*

В статье приводятся результаты облучения нанопорошков меди электронным пучком большой энергии. При облучении нанопорошков меди мы наблюдаем смещение пиков дифракции на рентгенограммах как влево (увеличение параметров ячейки), так и вправо (уменьшение параметров ячейки). Увеличение параметров решетки мы объясняем дефицитом электронов, а уменьшение параметров ячейки мы объясняем корреляционным и обменным взаимодействиями.

Кроме того по расширениям пиков дифракции на рентгенограммах мы наблюдаем дробление нанопорошков (радиационное дробление).

Накысбеков Жаслан, докторант
E-mail: jhasulan@list.ru

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АРМИРОВАННЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИЗ ФУЛЛЕРЕНОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Е.И. Дроздова¹, И.Н. Лукина¹, О.П. Черногорова¹, Е.А. Екимов², В. Буайо³

- 1) *Учреждение Российской академии наук Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, drozdova@imet.ac.ru*
- 2) *Федеральное государственное учреждение науки Институт физики высоких давлений, им. Л.Ф. Верещагина РАН, Москва, ekimov@hppi.troitsk.ru*
- 3) *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, vianney.boillot@gmail.com*



Металлические композиционные материалы, объемно армированы частицами сверхупругого сверхтвердого углерода, которые по структуре и свойствам являются аналогом тонких или двумерных алмазоподобных покрытий. Трехмерные наноструктурные углеродные частицы в металлической матрице синтезируются из фуллеренов непосредственно в процессе высокотемпературного спекания композиционных материалов под давлением. Изучены общие закономерности формирования армирующих частиц сверхупругой сверхтвердой углеродной фазы из фуллеренов в зависимости от давления, температуры, дисперсности порошков, содержания и состава фуллеритов (смесь C₆₀/C₇₀, чистые C₆₀ и C₇₀) и химического состава матрицы. Армирование сверхупругими твердыми углеродными частицами приводит к одновременному росту абразивной износостойкости и снижению коэффициента трения. Износостойкость композиционных материалов на порядок выше, чем у матричного металла, а по коэффициенту трения композиционные материалы сопоставимы с алмазоподобными покрытиями, при этом они в значительной мере сохраняют свойства матричного металла – теплопроводность, электропроводность и др. Разработан способ управления структурой и свойствами углеродных частиц, позволяющий в несколько раз повышать их твердость без потери сверхупругости, что позволяет далее улучшать комплекс трибологических свойств композиционных материалов.

Дроздова Екатерина Ивановна, к.т.н.
E-mail: drozdova@imet.ac.ru

НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ГРАДИЕНТНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

С В Давыдов¹, А О Горленко¹

1) *Брянский государственный технический университет, Брянск*

В настоящее время интенсивно развиваются синерготехнологии, которые включают в себя не только аддитивные технологии по классификации стандарта ASTM, но и традиционные упрочняющие технологии, например, индукционный нагрев, плазменное напыление, поверхностное модифицирование, ионная имплантация и др. Основной



задачей синерготехнологий является обеспечение самоорганизации поверхностных явлений при последовательном формировании структур функциональных поверхностных слоев различных материалов или градиентных структур и управление свойствами этих структур при разнообразном физическом высокотемпературном и силовом воздействии. При этом ключевым элементом самоорганизации поверхностных явлений является устойчивое и стабильное формирование слоя определенной толщины с заданной структурой или фазовым составом, обеспечивающим требуемый комплекс служебных свойств.

Одним из ключевых вопросов является вопрос о процессах структурообразования в формирующемся слое. В настоящей работе исследован фазовый состав и процессы формирования градиентных структур функциональных покрытий, получаемых в высокоэнергетических процессах имплантирования: комбинированной импульсной электромеханической обработкой.

Функциональная поверхность трения углеродистой стали 45 обрабатывается порошком карбида вольфрама (размер частиц до 9 мкм) по технологии комбинированной электромеханической обработки [1]. На первом этапе (режим «высокотемпературная пластическая деформация») происходит имплантирование порошка карбида вольфрама из специальной графитной обмазки, наносимой на поверхность детали, в процессе перекатывания ролика из стали 95Х18 по поверхности детали под определенной нагрузкой. Частицы карбида вольфрама, перемешиваясь с пластически деформируемым металлом, внедряются в процессе деформации в формируемый функциональный поверхностный слой.

На втором этапе (режим «высокотемпературное термическое упрочнение») применяется ролик из псевдосплава «карбид вольфрама – медь» для обеспечения сочетания высоких температур и давлений в зоне контакта, под воздействием которых в момент электрического импульса происходит аустенизация поверхностного слоя стали в зоне контакта ролика и обрабатываемой поверхности. При этом углерод из обмазки в твердофазном процессе высокотемпературного насыщения, диффундирует в поверхностные слои детали, повышая содержание углерода в аустените. Карбиды вольфрама частично растворяются в аустените до предела его насыщения вольфрамом.

В результате обработки на функциональной поверхности формируется двухслойная градиентная структура, состоящая из первого верхнего упрочненного слоя толщиной (180...220) мкм, насыщенного исходными частицами карбида вольфрама, второго нижнего



слоя толщиной (200...250) мкм, состоящего из ячеистой структуры аустенитных зерен, границы которых армированы карбидо-вольфрамовой сеткой.

Показано, что при термосиловом воздействии в зоне деформации протекает интенсивная аустенизация стали с растворением порошка карбида вольфрама с последующим образованием композиционных градиентных структур в результате распада пересыщенного вольфрамом переохлажденного аустенита как по диффузионному механизму, так и по механизму спинодального распада. Установлено, что отдельные зоны вольфрамсодержащих фаз сплава находятся в жидкофазном состоянии и также претерпевают спинодальный распад с образованием высокодисперсных карбидных фаз глобулярной морфологии. Следствием реализации данных механизмов структурообразования является формирование градиентной структуры функциональной поверхности, характеризующейся кристаллизацией наноструктурированных глобулярных и нитевидных карбидов вольфрама, композиционно упрочняющих ячеистую структуру стабилизированного аустенита.

1. Давыдов С.В., Горленко А.О. Структура износостойких поверхностных слоев с имплантированными наноалмазами детонационного синтеза // *Металловедение и термическая обработка металлов.* - 2014.- №5 - С.46-50.

Давыдов Сергей Васильевич, проф., д.т.н.
E-mail: davidov69@tu-bryansk.ru

**ОБНАРУЖЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В КИНЕТИКЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЕЙ КАК ПРИЗНАКА
САМООРГАНИЗАЦИИ НАНОСТРУКТУРЫ ПРИ НЕЙТРОННОМ
ОБЛУЧЕНИИ**

Е.А.Красиков

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, ekrasikov@mail.ru

Влияние плотности потока (интенсивности) быстрых нейтронов на охрупчивание реакторных материалов – критически важная проблема при применении данных форсированных радиационных испытаний в нейтронных полях высокой интенсивности для обоснования работоспособности материалов в натуральных условиях низких плотностей



нейтронного потока. Исследования зависимости радиационного повреждения (охрупчивания) сталей корпусов реакторов от потока быстрых нейтронов выявили наличие нестабильности в виде немонотонных участков в кинетике деградации металла и значительного разброса экспериментальных данных.

Обнаружение колебательных процессов в кинетике радиационного повреждения сталей свидетельствует о периодических трансформациях наноструктуры как признака самоорганизации наноструктуры и формирует мотивацию к поиску путей регулирования радиационной стойкости (наноструктурирование, формирование наномасштабных предвыделений для стимулирования аннигиляции радиационных дефектов), и разработке способов создания интеллектуального самовосстанавливающегося металла.

Красиков Евгений Алексеевич, д.т.н.
E-mail: ekrasikov@mail.ru

СТРУКТУРА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ

А.М. Жукешов, А.Т. Габдуллина, М. Мухамедрыскызы

*Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа ,
Алматы, Казахстан , azhukeshovv@gmail.com*

В настоящее время проблема совершенствования технологических методов упрочнения металлических материалов, в том числе наноразмерная структурная модификация концентрированными потоками энергии, является актуальной задачей ввиду сложности и разнообразия происходящих процессов. В данной работе представлен анализ структурно-фазовых изменений в образцах нержавеющей стали марок AISI 321 (12X18H10T) и AISI 201(12X15Г9НД), обработанных импульсными плазменными потоками с энергией 10-50 Дж/см². Изучена последовательность фазовых переходов в модифицированных слоях в зависимости от кратности обработки. Показано, что после обработки малым числом обработок (n=2) в образцах нержавеющей стали происходит плазменное травление и перераспределение кристаллитов. При десятикратной обработке, структура приповерхностного слоя становится более упорядоченной, появляются наноразмерные столбчатые блоки, расположенные равномерно по поверхности и их треки расположены преимущественно по границам зерен. Изменения в структуре исследуемых



конструкционных сталей, связанные с формированием новых фаз и микроискажениями в кристаллической решетке, исследованы методами АСМ и РСА. По результатам исследований можно сделать выводы, что изменения в структуре исследуемых сталей связаны с формированием новой фазы – нитрида железа и уменьшением размеров кристаллитов до 16 нм, и это приводит к упрочнению материала. Показано, что многократная импульсная плазменная обработка наиболее эффективна для измельчения кристаллитов аустенита и, особенно, нитрида железа, в нержавеющей стали.

Жукешов Ануар Муратович, д.ф.-м. н., профессор
E-mail: azhukeshovv@gmail.com

СТРУКТУРНАЯ И ФАЗОВАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ГРАДИЕНТНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВАХ

В.П. Кузнецов^{1,2}, Н.А. Попов^{1,2}, К.И. Луговая¹, Е.Н. Попова¹

1) *Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, turbomet-ek@yandex.ru*

2) ООО «Турбомет»

Изучена структурная и фазовая стабильность наноструктурного градиентного защитного покрытия-газоциркуляционное покрытие (ГЦП) CrAl+ионно-плазменное покрытие (ИПП) NiCrAlTaReY+ИПП AlNiCrY, а также формирование вторичной реакционной зоны (ВРЗ) на монокристаллических никелевых сплавах при длительных высокотемпературных выдержках в температурном интервале 1050...1300 °С.

В исходном состоянии исследованное покрытие имеет многослойное строение. Образуются следующие слои комплексного покрытия: внешний слой, состоящий из легированной никелем β -фазы, затем следует внутренний слой, который состоит из смеси легированных β , γ и γ' - фаз, а на границе с диффузионной зоной ГЦП CrAl находится легированная β -фаза. Диффузия тугоплавких элементов (W, Re, Mo) в комплексном покрытие не наблюдается.

В результате проведенной работы были обнаружены фазовые превращения в покрытии после высокотемпературных выдержек. Покрытие утрачивает свое слоистое строение, во



внешней зоне покрытия происходит распад $\beta \rightarrow \gamma'$, но сохраняется большое количество β -фазы NiAl. Также наблюдается слой легированной γ' - фазы Ni₃Al и прослойки из γ' - фазы с мелкодисперсными выделениями. Под комплексным покрытием обнаружено формирование вторичной реакционной зоны (ВРЗ) между сплавом и покрытием, ширина которой растет с увеличением времени выдержки при постоянной температуре. ВРЗ представляет собой $\gamma + \gamma'$ структуру с выделениями ТПУ-фаз. Для внешней зоны покрытия характерно: отсутствие выделений μ - фазы или выделений каких-либо других фаз; структура состоит из γ' - фазы разной морфологии (однородная γ' - фаза с субзеренными границами и значительным количеством дислокаций; смесь ($\gamma + \gamma'2$)-фаз, состоящая из $\gamma'2$ - фазы в виде кубойдов с тонкими прослойками γ -фазы).

Для тонкой структуры покрытия вблизи переходной зоны характерны следующие особенности. Наличие в структуре значительного количества округлых объемно-сферических выделений μ -фазы, большинство которых имеет внутренние плоские дефекты в базисной плоскости кристаллической решетки. Наноразмерные выделения μ -фазы распределены в структуре неравномерно, т.е. имеются участки структуры, как с большими скоплениями частиц, так и с одиночными выделениями. Количество выделений μ -фазы уменьшается по мере приближения к внешней поверхности покрытия. Во время высокотемпературных выдержек при 1050...1250 °С из-за диффузионных процессов на границе раздела сплав-диффузионная зона покрытия формируется ВРЗ для которой характерна трехфазная структура γ - γ' -ТПУ-фазы. ВРЗ растет от диффузионной зоны алюминидного покрытия в сплав, матрицей этой зоны является крупная γ' -фаза, в которой расположены наноразмерные ТПУ-фазы. С увеличением времени выдержки происходит рост ВРЗ и укрупнение ТПУ-фаз. Данные ТПУ-фаз представляют собой μ -фазы разного типа (Ni₃Co)₇(W, Re, Ta, Mo, Cr)₆ различной морфологии.

При температурах 1250 °С (начало интенсивного растворения γ' -фазы в сплавах) не происходит образование ВРЗ под покрытием, а наблюдается интенсивная коагуляция и рост μ -фаз в диффузионной зоне покрытия.

Таким образом, структурные преобразования на границе между монокристаллическим сплавом из γ/γ' структуры и диффузионной зоной алюминидного покрытия, матрицей которой является фаза β -NiAl, приводят к возникновению и росту ВРЗ при высокотемпературных выдержках. Эти структурные преобразования на границе покрытие-сплав прежде всего зависят от состава сплава и легированности γ и γ' фаз в нем.

Кузнецов Валерий Павлович, д.т.н.
E-mail: turbomet-ek@yandex.ru



УЛУЧШАЮЩЕЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ШАРИКОВОЙ ОБКАТКОЙ

Н.В. Классен, Е.Н. Классен

Институт физики твердого тела РАН, klassen@issp/ac/ru

Шариковая обкатка металлов является одним из видов интенсивной пластической деформации, которая широко применяется для образования нанокристаллических структур. Существенными отличиями процесса шариковой обкатки являются высокая степень неоднородности упругих напряжений, как по величине, так и по направлению и быстрая смена этих факторов в каждой конкретно выделенной точке приповерхностного слоя. Выявлено, что особый характер пластического деформирования приповерхностного слоя при шариковой обкатке предопределяет серьезные особенности как деформационного массопереноса, так и образующихся при деформировании наноструктур. Установлено, что деформационный массоперенос в отдельных зонах приповерхностного слоя имеет осциллирующий характер, изменяясь от обычного механизма движения дислокаций по ориентационно выгодным плоскостям скольжения, до процесса межграницного проскальзывания и прокручивания нанозерен, сформировавшихся при интенсивном деформировании. При деформировании по нанозеренным границам в мезомасштабе массоперенос имеет квазижидкий характер, когда направление максимального перемещения материала определяется не фактором Шмида, а градиентом действующего квазигидростатического напряжения. Обнаружено, что при интенсивном деформировании сверхструктура кристаллических дефектов стремится образовать регулярную периодичность, подтверждающую концепцию Пригожина о минимальном производстве энтропии в динамических системах. Характер периодичности регулируется параметрами процесса шариковой обкатки (размер шарика, величина нагрузки, скорость движения) и имеет признаки фрактальной масштабной инвариантности, проявляясь как в мезоскопическом (десятки микрон), так и в наноскопическом (десятки нанометров) масштабах. Наномасштабные периоды деформационных сверхструктур соразмерны с характерными масштабами электронной, фононной и фотонной подсистем кристалла, формируя существенные особенности электрофизических, теплофизических и оптических свойств материалов.

Установлено, что при шариковой обкатке происходит сверхбыстрый перенос инородных материалов с подвергаемой обкатке поверхности в глубину приповерхностного слоя на расстояния, многократно превышающие обычные масштабы диффузионных процессов. При этом оказывается возможным формирование композиций таких материалов, которые



в равновесных условиях не смешиваются друг с другом – например, системы железо-медь или медь-серебро при комнатной температуре. Принципиально важной оказывается возможность образования с помощью шариковой обкатки композиций из органических молекул различных видов в металлических или полупроводниковых матрицах, т.к. обычными методами термодиффузии или сплавления такое в принципе невозможно из-за термического разрушения органических молекул. Изучение композиций такого рода представляет большой интерес как с научной, так и с практической стороны. Глубокое внедрение шариковой обкаткой инородных веществ при комнатной температуре, открывает обширный круг возможностей формирования материалов с заданными свойствами, причем относительно простыми приемами. Например, при протяженном наноконтактировании металлов с высокой электропроводностью и полимерных молекул, которые за счет малой массы атомов отличаются большими амплитудами фононных колебаний, можно ожидать особенно сильного электрон-фононного взаимодействия, способного вызвать сверхпроводящий переход при значительно повышенной температуре. Важное значение имеют перспективы антикоррозионной защиты и упрочнения поверхностей и, в частности, сварных швов трубопроводов и других крупных металлоконструкций в непосредственно в местах их эксплуатации. Например, для антикоррозионной защиты подводных частей кораблей, работающих в Арктике, где частые соударения корпусов с льдинами делают обычную покраску малоэффективной. С точки зрения формирования полупроводниковых и оптических наносистем перспективны возможности локального внедрения инородных элементов с заданными геометрическими рисунками на поверхностях полупроводниковых и оптических материалов. В этих ситуациях обкатка шариком может быть заменена скользящим деформированием кантилевером атомно-силового микроскопа с образованием заданной наногеографии легирования.

Классен Николай Владимирович, к.ф.-м.н.
E-mail: klassen@issp.ac.ru



**ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ПРИ
ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ 100-М
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ РЕЛЬСОВ**

В.Е. Громов¹, А.А. Юрьев¹, Ю.Ф. Иванов², Ю.А. Рубанникова¹

1) *Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк,
gromov@physics.sibsiu.ru*

2) *Институт сильноточной электроники СОРАН, г. Томск, yufi55@mail.ru*

Целью работы являлось установление и анализ механизмов формирования карбидной фазы при длительной эксплуатации рельсов методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

Материалом исследования являлись образцы дифференцированно закаленных рельсов ДТ 350 производства АО «Евраз – ЗСМК» после пропущенного тоннажа 691,8 млн. тонн брутто на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ».

Выявлено, что основными морфологическими составляющими рельсовой стали являются зерна пластинчатого перлита, зерна феррито-перлитной смеси и зерна структурно-свободного феррита.

Установлено, что в процессе длительной эксплуатации наблюдается два механизма разрушения пластин цементита. Первый из них заключается в перерезании пластин движущимися дислокациями и выносом ими атомов углерода в феррит в поле напряжений дислокаций. В данном случае максимальный эффект распада цементита не может превышать десятых долей процента от имеющегося количества цементита.

Второй механизм заключается в вытягивании в процессе пластической деформации дислокациями атомов углерода из решетки карбидной фазы с образованием атмосфер Коттрелла вследствие заметной разницы средней энергии связи атомов углерода с дислокациями (0,6 эВ) и с атомами железа в решетке цементита (0,4 эВ). Диффузия углерода протекает в поле напряжений, создаваемом дислокационной субструктурой, которая формируется вокруг пластины цементита. При этом степень распада цементита должна определяться величиной плотности дислокаций и типом субструктуры.

Первый процесс, осуществляющийся по механизму перерезания карбидных частиц и растаскивания их осколков, сопровождается лишь изменением их линейных размеров и морфологии. Изменение элементного состава цементита в процессе дробления минимально. При протекании второго процесса (действие механизма растворения «на



месте») наблюдается совершенно иная картина. На начальной стадии преобразования цементитные пластины перлитной колонии опутываются скользящими дислокациями. Это сопровождается разбиванием пластин цементита на отдельные слабо разориентированные фрагменты. Затем, с увеличением степени пластической деформации материала, вследствие вытягивания атомов углерода из кристаллической решетки цементита, может происходить изменение структуры карбида.

Вторая стадия преобразования пластин цементита перлитной колонии, реализующаяся по механизму растворения на месте, заключающаяся в вытягивании атомов углерода из кристаллической решетки цементита, сопровождается изменением дефектной субструктуры карбида, что обусловлено проникновением скользящих дислокаций из кристаллической решетки феррита в кристаллическую решетку цементита. Следовательно, на данной стадии растворения пластин цементита особую роль играют межфазные границы « α -фаза / цементит». Когерентная или полукогерентная граница облегчает проникновение дислокаций из α -фазы в цементит и обратно и тем самым способствует разрушению и растворению карбида. Некогерентная большеугловая межфазная граница стабилизирует структуру карбида и оставляет возможность лишь диффузионному массопереносу. Именно поэтому пластины цементита в перлитной колонии разрушаются, а сферические частицы цементита на границах зерен и субзерен сохраняются.

На следующем этапе растворения цементита весь объем материала, занимаемый ранее цементитной пластиной, заполняется наноразмерными частицами 10-30 нм. Кроме этого, наноразмерные частицы карбидной фазы наблюдаются и в ферритной матрице, заполняющей межпластинчатое пространство перлитных колоний. Данные частицы могут быть вынесены туда в процессе дислокационного скольжения, либо, что менее вероятно, образовались в процессе деформационного распада твердого раствора углерода в кристаллической решетке железа.

Работа выполнена при финансовой поддержке грант РФ (проект 15-12-00010).

Громов Виктор Евгеньевич, д.ф.-м. н., профессор
E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru



Наноструктурированные покрытия

АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНО-АНТИАДГЕЗИЙНЫЕ НАНОПЛЕНКИ

А.С. Вохидов

ООО «АВТОСТАНКОПРОМ», г. Санкт-Петербург, Россия, *epilam.ru*

Резюме. В общей концепции температуро-устойчивых антиобледенительно-антиадгезионных функциональных тонкослойных покрытий более значительное внимание уделяется расширению практики использования многофункциональных ультратонких плёнок на основе наноматериалов. Ряд композиций, выпускаемых под тоговыми марками «Космолам», «Эпилам», «Снеготек» относятся к составам, изучаемым органической химией, а именно к жидким композициям - коллоидным растворам, которые, будучи нанесенными на поверхность твердого тела, образуют на ней ультратонкую пленку из определенным образом ориентированных молекул с гидрофобными и антиадгезионными свойствами.

В инновационной гамме антиобледенительно-антиадгезионных (снижающих налипание на обработанную поверхность) композиций, применяемых в настоящее время для решения проблем с обледенением, налипанием снега, инея, куржака, большой эффективностью выделяются композиции созданные на основе макромолекул олигомерных или полимерных соединений, где длина частиц варьируется в пределах от 10 до 100 нанометров.

Таблица 1. Описание технических параметров композиций

Наименование композиции	Область применения	длина используемых частиц (в среднем)	Характер получаемого покрытия (в среднем)	Адгезия на обработанной поверхности,	Коррозионно-стойкость покрытия
«Космолам-3»	Текстиль, обувь, спецодежда	45 нм	Пропитка, толщина 90 нм	0,41...0,55 МПа по ГОСТ 32299	> 8 циклов по ГОСТ 9.308-85
«Эпилам ФЛУОРА-С»	Крыши, корабли, автомобили	10,6 нм	Равномерный монослой, 100 нм	0,68 МПа по ГОСТ 32299, ISO 4624:2002	6 циклов по методу 6 ГОСТ 9.308-85
«Снеготек-1»	Высокоскоростные поезда, вагоны	> 60нм	Жидкий слой	1,41 МПа по ГОСТ 32299, ISO 4624:2002	АД0 и А30 по ГОСТ 9.407

Технология получения покрытий (пленок) является достаточно простой. Нанесение составов на обрабатываемую поверхность осуществляется без применения



специализированного оборудования способом пульверизации (аэрографии) или смазывания при температуре от -15°C до $+55^{\circ}\text{C}$. После нанесения составов и последующего естественного отверждения, образующиеся плёнки отличаются повышенной гидрофобностью, хорошей химической стабильностью, высокой (от -80°C до $+420^{\circ}\text{C}$) термостойкостью, способностью противостоять коррозии, окислению и истиранию, а также рядом других положительных качеств. Исследования показали, что количество живых бактерий на обработанных композицией «Эпилам Флуора-С» пластинах после 3-х часового контакта при комнатной температуре снизилось по золотистому стафилококку на 59,6 %, по кишечной палочке на 63,9 %, а по сальмонелле на 44,4 %. Антиадгезионные свойства композиций, несмотря на сверхтонкость и наноразмерную величину компонентов усиливаются в случае, если молекулы полимеров полярны и имеют большое количество химически активных функциональных групп. Испытания подтвердили очень низкую (0,55 МПа) адгезию на фторопласте, которая в 6 раз меньше чем на полиэтилене, в 11 раз – чем на стекле, в 13 – чем на стали и в 15 раз - чем на керамике.

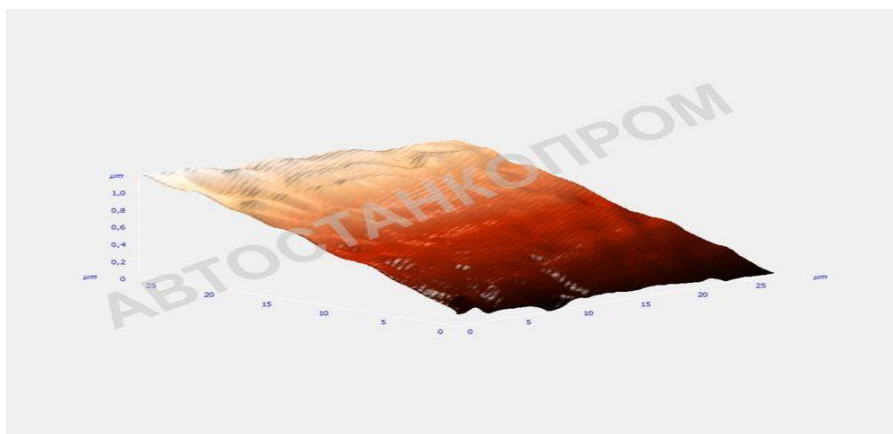


Рис.1. Профилограмма пленки «Эпилам ФЛУОРА-С» ТУ2412-003-13868195-2014

Покрyтия принадлежат к разряду наноразмерных плёнок, находящих широкое применение в ряде областей науки и техники: ЖКХ (антиобледенительная обработка крыш зданий), РЖД (антиобледенительная обработка поездов), микроэлектроника (антенны, печатные платы, блоки РЭА, волноводы и др.). В ряде случаев, высота «ворса» («частокол Ленгмюра») составляет 3...7 нм. Покрyтие получается равномерное, без видимых всплесков; шероховатость поверхности пленочного покрyтия: среднеквадратичная — 2 (3,5) нм, среднеарифметическая — 1,6 (3,1) нм.

Вохидов Абдурашид Содикович, к.э.н.
E-mail: info@epilam.ru



**НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В ОБЛАСТИ МИКРО-НАНО-ПИКО-ФЕМТО-
И АТТОТРИБОЛОГИИ – ФЕНОМЕН БИОКОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ. ШЕРРИНГТОН И СИНАПСЫ**

Г.С. Ивасышин

Псковский государственный университет, Псков, Россия, genrih.ivashyshin@yandex.ru

«... Нобелевскую премию года по физиологии и медицине присудить, разделив поровну, Чарлзу Скотту Шеррингтону и Эдгару Дугласу Эдриану за открытие функций нейронов...»

Нобелевский комитет. 27.10.32.

«... Важнейшие исследования Ч. Шеррингтона посвящены физиологии центральной нервной системы...».

«... Им было введено понятие о синапсе, определена его роль в механизмах возбуждения и торможения нервных клеток, обеспечивающих рефлексорные акты...» [4, с. 402].

«... Синапс (греч. Sinapsis соединение, связь) – специализированная зона контакта между нервными клетками и другими возбудимыми образованиями, обеспечивающая передачу приходящей информации с сохранением ее информационной значимости...» [5, с. 259].

«... Открытия Ч. Шеррингтона, его научные обобщения сыграли важную роль в развитии экспериментальной и клинической неврологии, обогатили физиологию знаниями о механизмах рефлексорной деятельности организма. Нобелевской премии Ч. Шеррингтон был удостоен (совместно с Э. Эдрианом) за открытие законов деятельности нервных волокон.

В философских произведениях и лекциях последних лет, посвященных высшим функциям, Ч. Шеррингтон отрицает познаваемость психической деятельности...» [4, с. 402].

А.Ю. Ишлинский, характеризуя в 1998 г. состояние теоретической механики, отметил, что в этой детально разработанной области современного естествознания остаются «две нерешенные до сих пор проблемы: проблема трения и проблема турбулентности». Это объясняется тем, что, согласно работе [1], «...провести точные количественные эксперименты в трении весьма сложно, и законы трения, несмотря на огромное



практическое значение точного анализа, до настоящего времени как следует не изучены», так что «... с учетом всей проделанной работы удивительно, что до сих пор не достигнуто более глубокого понимания вопроса». В работе [2] показано, что «...трибология сложна, она требует знаний в области материаловедения, механики, термодинамики и многих других отраслей науки; при этом часто превышаются наши интеллектуальные возможности и воображение...».

Решение этой актуальной задачи возможно только на базе глубоких, научно обоснованных знаний [3], которые могут быть достигнуты по мере дальнейшего развития трибологии.

Одним из современных направлений в области механики и машиноведения является микромеханика, или нанотехнология. Методы и средства классической трибологии здесь не применимы в полном объеме, хотя многие современные ноу-хау базируются на фундаментальных представлениях трибологии [2].

Инновационно-ориентированное развитие российской экономики возможно только на основе превращения науки в реальную производительную силу путем создания и эффективного использования научных открытий, патентов.

Открытием в области естественных наук признается установление явлений, свойств, законов (закономерностей) или объектов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке.

Анализ микро- и нанотрибофизических и микро- и нанотрибохимических эффектов, выполненных на феноменологическом уровне, дал возможность получить определенные фундаментальные научные открытия.

Создание научных открытий во многом зависит от особенностей функционального структурирования мозга.

«...Однако функциональное структурирование мозга обеспечивало человеку лишь механизм для горизонтального освоения возможностей разума и привело его к полному антагонизму с природой. Человеческий мозг, к сожалению (в большинстве случаев), не обладает возможностью прогноза (за него в большей степени отвечает правое полушарие). Он, мозг, работает в трёх измерениях и потому познает мир методом проб и ошибок. В этом кроется основная причина того, почему Человечество оказалось перед фактом развившихся глобальных экологических и социальных проблем.

В настоящее время даже развитым и богатым странам не под силу одним решить свои собственные экологические проблемы.



«... Если предположить, что в процессе развития и формирования личности будет должное внимание уделено совершенствованию не только левого, но и правого полушария, то можно говорить об эволюционном совершенствовании с закреплением из поколения в поколение тех самых свойств и качеств, которые нужны человечеству, чтобы возник новый тип людей, обладающих возможностью работать не в трёх, а в четырёх измерениях...» [6].

Предлагаемые трибофизические модели на основе научных открытий составляют феноменологические основы квантовой теории трения, сверхпластичности и сверхпроводимости. Созданные трибофизические модели [7] — феномен биокomпьютерных технологий.

«Существует оценка, что 30 % валового национального продукта США зависит от приложений квантовой механики в той или иной форме. Неплохо для теории, которую никто не понимает. Подумайте о потенциальных возможностях роста и повышения качества жизни (или неизбежного повышения качества смерти при развитии квантовых вооружений), которые могут быть выявлены, если мы вдруг поймем ее!» (Питер Эткинз) [8].

Выводы

Приложения феноменологической квантовой теории трения, сверхпластичности и сверхпроводимости в той или иной форме могут быть использованы при изготовлении сложных крупногабаритных деталей авиационно-космической техники, а также в электроэнергетике.

Для моделирования, или эмуляции, головного мозга человека возможно использование потенциала биокomпьютерных технологий – научных открытий в области микро-нано-пико-фемто-и аттотрибологии [7].

Литература

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 7. Пер. с англ. / Под ред. Я.А. Смородинского. М.: Мир, 1977. 288 с.
2. Трибология: исследования и приложения: опыт США и стран СНГ / Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. М.: Машиностроение; Нью-Йорк: Алпертон-пресс, 1993. 452 с.
3. Колесников В.И., Лужнов Ю.М., Чичинадзе А.В. Цели и задачи журнала «Трение и смазка в машинах и механизмах» // Приложение к журналу «Сборка в машиностроении, приборостроении». № 1. 2005. С. 3—7.



4. Большая медицинская энциклопедия: [в 30-ти т. / АМН СССР]. Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд., т. 27, 1986, 576 с.
5. Большая медицинская энциклопедия: [в 30-ти т. / АМН СССР]. Гл. ред. Б.В. Петровский, - 3-е изд., т. 23, 1984, 544 с.
6. Кужанова Н.И. Стратегия эволюции человечества в условиях экологического кризиса // Труды Псковского политехнического института. Спб.: Изд-во СпбГПУ, 1997, № 1. С. 226-227
7. Ивасышин Г.С. Научные открытия в области микро-нано-пико-фемто-и аттотрибологии. Планк и квант последнего времени // Наноиндустрия. 2017. № 6. С. 84-94
8. Эткинз П. Десять великих идей науки. Как устроен мир / Пер. с англ. М.: АСТ, Астрель, 2008. 384 с.

Ивасышин Генрих Степанович, д.т.н., профессор
E-mail: genrih.ivashyshin@yandex.ru

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАСЛА И НА ТРЕНИЕ С НИМИ

А.В. Дунаев¹, Д.Н. Любимов², И.Ф. Пустовой³, В.Г. Рыжов⁴, И.Б. Тришкин⁵

1) *Федеральный научный агроинженерный Центр ВИМ, Москва, dunaev135@mail.ru*

2) *ООО «ИЦ ЛИК», Шахты Ростовской обл., rostexx@rambler.ru*

3) *ООО «РИП», пос. Кузьмоловский Ленинградской обл., pustovoi@yandex.ru*

4) *ООО «ТРИГГЕР», Балашиха Московской обл., triggerrvd@mail.ru*

5) *Рязанский государственный агроинженерный университет, Рязань,*

iv.trishkin@yandex.ru

Современные масла за счет усложнения состава и высокой цены имеют отличные качества. Но дальнейшее их улучшение экономически не оправдано. А физика имеет простые методы уменьшения трения, изнашивания и экономии моторных топлив. Здесь



электрическая, магнитная, электромагнитная обработки, изменяющие структуру и свойства углеводородов.

Так в Хельсинском пробеге автомобиля AUDI A4 с «поляризатором» от «ИЦ ЛИК» для электрочарядки масел показано, что на малой скорости экономия топлива - 22,4 %, а на высокой – 3,7 %. Там же в стендовых испытаниях дизеля минимум экономии составил 3,2 %.

Аналогичное выявлено в испытаниях ДВС ВАЗ-2108 в СПбГПУ к.т.н. Шабано-вым: мехпотери уменьшились на 5,5 %, расход топлива на 4,3 %, температура ОГ на 6-10 °С, содержание СО и СН на 19 %, но содержание NOx увеличилось на 6,53 %. Эффективный КПД ДВС повысился на 4,62 %, а мощность на 1 %.

В Наноцентре ГОСНИТИ проведены трибоиспытания при подаче зарядов в масла через 6 разных электродов с разными напряжениями. Выявлено: благоприятны низкие частоты сигнала, повышенное напряжение, с малыми нагрузками и с цинковым электродом коэффициент трения снижен с 0,09 до 0,036.

На 25 автомобилях проверено электровоздействие на моторные масла совместно с модификатором трения «Fe-do. На трассе СПб – Петрозаводск расход топлива снижен на 5-6 %, а с «поляризатором» - еще на 2-3 %. Подачей зарядов в масла трибообработанных силовых передач расход топлива снижен на 8,5-11 %. А на дважды полностью обработанном геомодификатором автомобиле ВАЗ-2131М «поляризатор» снизил расход топлива в сравнении с городской ездой на 9 %.

В испытаниях с электрочарядкой моторного масла расход топлива на трибообработанном автомобиле АУДИ 100 снижался с 10,6 л/100 км. на 16-18 %, а на дизельном АУДИ А4 - с 4,2-4,3 л/100 км к 3,9-3,8 л/100, т.е. на 11,05 %.

Лабораторные исследования и эксплуатационные испытания на десятках автомобилей подтверждают эффективность малозатратного улучшения триботехнических свойств сопряжений, работающих в моторных, трансмиссионных маслах, путем электрического воздействия на них. И на февраль 2018 г. в РФ более 100 отечественных и импортных автомобилей работают с «поляризатором». Их владельцы отмечали и повышение «приемистости» автомобиля.

Использовать «поляризатор» просто, через масломерный щуп, сливную пробку, детали в масляных магистралях. Его действие постоянно, не зависит от сопряжения. Он апробирован на дизелях морфлота, на редукторах в нефтедобыче.



Физическая и химическая адсорбция и другие процессы несомненно подвержены влиянию электрических и магнитных воздействий. Но они, как и электропроцессы в трении, сложны, не однозначны, хотя контролируя их и управляя ими можно оптимизировать состояние трибосистем.

Однако, модификации поверхностей трения заряженными маслами нет. Заряд усиливает их адгезию к деталям, изменяет структурную ориентацию, увеличивает толщину и прочность смазочной пленки. Эффективность воздействия проявляется после накопления в сопряжениях трения заряженных масел, а отключение воздействия быстро возвращает трение к исходному состоянию.

Все же электровоздействие на масла – малозатратный ресурсосберегающий прием. Как и Харьковская обработка масел электрополем и прием МАДИ подачи напряжения на гильзы цилиндров ДВС, поляризация масел, повышая их адгезию, уменьшая трение, изнашивание, очищая ЦПГ от нагара, осветляя масло, заметно повышает ресурс ДВС и других агрегатов. Но нужен упрощенный источник напряжения на 100 В, цинковые, магниевые электроды в потоках масла.

Целесообразен поляризатор и в гидромаслах. Актуальна подача напряжения непосредственно в сопряжения трения для управления их трибопроцессами.

Дунаев Анатолий Васильевич, д.т.н.
E-mail: dunaev135@mail.ru



Технологии и явления наноразмерных объектов

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА СИНТЕЗА БИОСОВМЕСТИМЫХ МАГНИТНЫХ НАНОЖИДКОСТЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ АГРЕГАТОВ НАНОЧАСТИЦ

А.В. Шуленина^{1,2}, М.В. Авдеев^{1,3}, А.А. Велигжанин², Г.С. Петерс², А.В. Нагорный^{3,4}, В.Л.

Аксенов^{1,2,3}, А.В. Еленич⁵, С.А. Солопан⁵, А.Г. Белоус⁵

1) *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, avp@srd.sinp.msu.ru*

2) *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва*

3) *Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, avd@nf.jinr.ru*

4) *Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев*

5) *Институт общей и неорганической химии НАН Украины, Киев*

Биосовместимые магнитные наножидкости (МНЖ) представляют значительный научный интерес благодаря объединению текучести и магнитных свойств [1]. Такие системы удобны для использования в адресной доставке лекарств, гипертермии и в качестве контрастных сред для магнитно-резонансной томографии [2, 3]. Основные требования, предъявляемые к биосовместимым системам в нанобиотехнологиях: высокая стабильность, преимущественно моодисперсность или неагрегированное состояние наночастиц, нетоксичность, полное выведение из организма. Этим требованиям хорошо удовлетворяют водные МНЖ. Несмотря на наблюдаемый прогресс в развитии методов синтеза таких систем, до сих пор не удается получить полностью неагрегированные водные МНЖ, поэтому остается достаточное количество открытых вопросов, например, - синтез МНЖ без агрегатов или с наименьшим количеством агрегатов, также корректный выбор стабилизирующего поверхностно-активного вещества. В тоже время описание структуры МНЖ, включая характеристику агрегатов, важно для контроля результатов синтеза.

В настоящей работе приводятся результаты исследования с помощью малоуглового рентгеновского (синхротронного) рассеяния (МУРР) и нейтронов (МУРН) биосовместимых МНЖ на основе частиц магнетита, синтезированных разными способами,



а именно, осаждением из диэтиленгликоля и криогенным методом. Для обеспечения цели уменьшения количества агрегатов в процедуре синтеза опустили стадию высушивания частиц магнетита перед непосредственным диспергированием в воду. В качестве поверхностно-активного вещества МНЖ добавлен олеат натрия. Для всех образцов получены размерные характеристики частиц и агрегатов. Исходно предполагалось, что данные МНЖ должны содержать незначительную долю агрегатов. Однако, в результате МУРР анализа показано, что для всех образцов доля агрегатов составляет ~30% частиц. Установлено, что в МНЖ, где синтез частиц осуществлен осаждением из диэтиленгликоля, произошло четкое разделение на фракции отдельных частиц (диаметр 7,9 нм) и агрегатов (диаметр 79,2 нм). В тоже время для МНЖ с частицами, синтезированными криогенным методом распределение получилось полидисперсным с максимальным размером частиц 34.6 нм. Полученные данные сравниваются с результатами МУРН. В работе также приводятся результаты анализа данных МУРР на МНЖ во внешнем магнитном поле, где наблюдается процесс упорядочения цепочек магнитных частиц.

Внешнее магнитное поле усиливает взаимодействие частиц, позволяет частично снять усреднение по ориентациям и повысить информативность малоугловых данных.

Литература

1. Шлиомис М.И. Магнитные жидкости. УФН. Т. 112. с. 427-458 (1974).
2. Sheikh L., Vohra R., Verma A.K. and Nayar S. Biomimetically Synthesized Aqueous Ferrofluids Having Antibacterial and Anticancer Properties. Materials Sciences and Applications. V.6. p.242-250 (2015).
3. Duguet E., Vasseur S., Mornet S. et al. Magnetic nanoparticles and their applications in medicine. Nanomedicine. V. 1. p. 157. (2006).

Шуленина Александра Владимировна
E-mail: avp@srd.sinp.msu.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТОПЛАЗМЕННОГО РАЗРЯДА КАК МЕТОДА СИНТЕЗА ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.А. Булычев^{1,2}, М.А. Казарян¹, М.Н. Кириченко¹, А.В. Иванов³

- 1) *Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва,*
- 2) *Московский авиационный институт, г. Москва,*
- 3) *Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Блохина Минздрава России, г. Москва*

В настоящей работе показано, что получаемый в жидкофазных средах акустоплазменный разряд, т.е. плазменный разряд под действием интенсивной кавитации, порождаемой ультразвуковым полем, имеет ряд преимуществ как метод синтеза наноматериалов – относительно узкое размерное распределение частиц синтезируемого нанопорошка, специфический состав и свойства получаемых наноматериалов, высокую производительность.

Установлено, что продуктом разложения жидкофазных соединений является также газообразный водород.

Разработана методика получения наноразмерных материалов (главным образом, оксидов металлов и различных твердых форм углерода) в акустоплазменном разряде, исследованы размерные и люминесцентные характеристики наноматериалов и влияние параметров плазмы и ультразвука на их свойства.

Данный способ обладает преимуществами по сравнению с известными, т.к. применение ультразвукового поля позволяет активировать поверхность образующихся частиц и существенно влиять на их способность к адгезии и адсорбции. Показано, что наночастицы оксидов металлов, полученные в акустоплазменном разряде, обладают большей интенсивностью люминесценции по сравнению с наночастицами, полученными другими методами. Данные наноматериалы могут найти применение в качестве компонентов светоизлучающих устройств.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Президента Российской Федерации МД-3964.2018.8.

Булычев Николай Алексеевич, д.х.н.
E-mail: nbulychev@mail.ru



КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Безносюк¹, О.А. Маслова², М.С. Жуковский³,

1) Алтайский государственный университет, Барнаул, bsa1953@mail.ru

2) Алтайский государственный университет, Барнаул, maslova_o.a@mail.ru

3) Алтайский государственный технический университет, Барнаул, zhukovsky@list.ru

В работе развивается новый концептуальный подход к решению задач в рамках фундаментальной проблемы разработки квантовых технологий создания интеллектуальных материалов. Подход основан на основной идее термополевой динамики [1] о том, что возникновение связанной иерархии пространственно-временных масштабных уровней неравновесной физической среды происходит при спонтанном нарушении квантовой динамической симметрии физических полей бозонных по статистике элементарных возбуждений с появлением топологических особенностей плотности их распределения в конденсированном состоянии

В термополевой динамике ранее было показано, что механическую иерархию масштабных уровней конденсированного состояния задает бозонное физическое поле фононных возбуждений атомов в конденсированном состоянии. Вакансии, дислокации, границы, зерна представляют собой разномасштабные топологические сингулярности плотности физического поля фононов. Новизна данной работы состоит в том, что в рамках концепции термополевой динамики исследуется другая фундаментальная – «электромеханическая иерархия» – масштабных уровней неравновесной физической среды конденсированного состояния, порождаемая импульсной аттосекундной генерацией возбуждений бозонного физического поля субатомных спутанных пар электронов [2].

В статье рассматривается задача теоретического описания и компьютерного моделирования сопряжения двух (электромеханической и механической) иерархий масштабов, начиная от аттосекундной субатомики до микросекундного макро-уровня в неравновесных физических средах интеллектуальных материалов. В рамках этой проблемы будут рассмотрены две квантовые технологии на двух нижних уровнях электромеханической и механической иерархий интеллектуальных материалов. Соответственно, квантовые субатомные аттосекундные технологии и квантовые атомные фемтосекундные технологии. Первые опираются на новейшие подходы аттофизики [4], вторые – на хорошо развитые методы фемтохимии [5]. В результате объединения этих



двух квантовых технологий основной задачей станет разработка квантовых супра-атомных нанотехнологий сопряженных гибридных методов аттосекундной физики и фемтосекундной химии нижнего нанометрового диапазона, простирающегося в материале от 0.1 нм до 10 нм. По гибридным квантовым технологиям будут исследоваться и решаться задачи самоорганизации диссипативных инфраструктур актюаторов и сенсоров неравновесных физических сред интеллектуальных материалов, начиная от субатомного и супра-атомного, до нано-, микро-, мезо- макро-масштабных уровней [2, 3]. Конечная цель – разработка фундаментальной теории и компьютерного моделирования квантовых технологий получения интеллектуальных материалов на основе сопряжения пространственно-временной иерархии электромеханических и механических актюаторов и сенсоров неравновесных физических сред конденсированных состояний.

Литература

H. Umezawa, H. Matsumoto, M. Tachiki. Thermo field dynamics and condensed states. North-Holland Pub. Co. 1982: 591 p.

Beznosyuk S.A., Zhukovsky M.S. Multiscale space-time dissipative structures in materials: Two-electron genesis of nonequilibrium electromechanical interfaces // Phys. Mesomech. 2017; 20 (1): 102–110.

Corkum P.B. and Krausz F. Attosecond science / Nature Physics. 2007; 3: 381 – 387.

Zewail A.H. Femtochemistry. Atomic-scale dynamics of the chemical bond using ultrafast lasers // Nobel Lectures in Chemistry .— Singapore: World Scientific Publishing Co., 2003. — 476 p

Beznosyuk S.A., Zhukovsky M.S., Maslova O.A., et al. Computer simulation of attosecond nanotechnologies based on quantum NEMS in materials // Int. J. Nanotech. 2017: 14 (7/8): 590 - 603

Beznosyuk S.A., Maslova O.A., Zhukovsky M.S., et al. Attosecond nanotechnology: from subatomic electrostatic strings entangling electron pairs to supra-atomic quantum nanoelectromechanical systems energy storage in materials // Int. J. Nanotech. 2018. (in press).

Безносюк Сергей Александрович, д.ф.-м.н., профессор
E-mail: bsa1953@mail.ru



МАГНИТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ И ГЕОМЕТРИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Н.В. Классен¹, Д.Н. Бузова²

- 1) *Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка; klassen@issp.ac.ru*
- 2) *Физмат лицей, Сергиев Посад*

Нами получены экспериментальные факты о существенном влиянии магнитного поля величиной порядка 0,1 Тл на скорости и пространственное распределение хода химических реакций с участием химических элементов, имеющих постоянный магнитный момент (переходные металлы типа железа, никеля и т.д., редкоземельные элементы). С одной стороны, эти результаты представляют практический интерес для антикоррозионной защиты сталей, основные компоненты которых – магнитные атомы (железо, никель, хром). С другой стороны, возникает возможность формирования микро- и нано-рельефов поверхностей твердых тел с помощью химического травления твердых тел, содержащих магнитные элементы, с пространственно регулируемым распределением магнитного поля. Это интересно, например, для создания технологии электронных микросхем, альтернативной традиционным литографическим методам.

В качестве модельных материалов использовалась нелегированная сталь 3 и водный раствор сернокислой меди (медный купорос CuSO_4), модельной реакцией для изучения влияния магнитного поля было восстановление меди из медного купороса железом. Магнитное поле создавалось постоянными магнитами на основе неодима цилиндрической формы диаметром 40 мм и толщиной от 5 до 20 мм. Поле непосредственно у поверхности одиночного магнита составляло 0,35 Тл. Оно могло прикладываться как перпендикулярно, так и параллельно той поверхности образца стали 3, химическая активность которой изучалась. Величина магнитного поля могла регулироваться сложением вместе нескольких магнитов. Ход химической реакции регистрировался видеозаписью изменения микрокартины осаждения меди на поверхности стали через оптический микроскоп. Длительность видеозаписи в зависимости от скорости химической реакции изменялась от 4 до 9 минут. Раствор медного купороса наносился на поверхность шприцем в виде капли диаметром от 3 до 6 мм.

В процессе экспериментов было обнаружено существенное замедление реакции восстановления меди железом при приложении магнитного поля как перпендикулярно, так и параллельно поверхности стали 3, на которую наносился водный раствор сернокислой меди. В зависимости от ориентации и величины поля это замедление варьировалось от



трех раз до 30%. В ходе реакции по восстановлению меди на границах капли формировалась тонкая белая каемка (шириной 02 – 03 мм). Объясняются полученные результаты тем, что магнитное поле изменяет структуру магнитных доменов в ферромагнитных материалах и, соответственно, структуру междоменных границ. Внутри доменов магнитные атомы связаны друг с другом значительно сильнее, чем в междоменных границах, за счет того, что направление магнитного момента внутри домена имеет оптимальную ориентацию для усиления энергии связи, а в границах за счет промежуточного направления момента энергия связи атома оказывается слабее. Поэтому скорость химических реакций атомов в границах с инородными элементами значительно выше и междоменные границы в ферромагнетиках химически вытравливаются гораздо быстрее.

С другой стороны, на примере сульфата железа обнаружено, что магнитное поле оказывает сильное влияние на растворимость в воде солей металлов с магнитными моментами. Это объясняется тем, что при объединении магнитных атомов в наночастицы или кластеры они за счет ферромагнитного упорядочения гораздо эффективнее экранируют внешнее магнитное поле, чем будучи растворенными в воде или в других растворителях. Поэтому при наложении на такого рода растворы сравнительно сильного магнитного поля (0,05 Тл и более) появляется тенденция для уменьшения внутренней энергии вывести магнитные элементы из раствора и образовать из них магнитные наночастицы.

Ускоренное вытравливание ферромагнитных материалов по междоменным границам, структуру которых можно регулировать внешним магнитным полем, позволяет создать новую технологию формирования электронных микросхем, альтернативную дорогостоящим методикам электронно-лучевой литографии. В этом случае в качестве подложки микросхемы подбирается ферромагнитный материал (металл или полупроводник) с сильным ферромагнитным взаимодействием, а структура междоменных границ регулируется локально приложением к подложке при химическом травлении шаблона из сильного магнита, имеющего геометрию, соответствующую требуемой геометрии вытравливания. Еще один возможный прием - локальное ускорение травления с помощью ускорения перехода магнитных элементов из немагнитного материала в раствор, где магнитной иглой создано сильное поле.

Бурова Дарья
E-mail: darya5401@gmail.com



МЕХАНИЗМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ

В.С. Макин¹, Р.С. Макин²

1) АО НИИ оптико-электронного приборостроения, г. Сосновый Бор, makinvs@niiop.ru

2) Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва,
rmak@sai-net.ru

В последние годы активно обсуждаются модели разрушения конденсированных сред ультракороткими импульсами (УКИ) лазерного излучения. Общепринятой моделью разрушения металлов и полупроводников, сопровождающегося микро/нано структурированием объема и/или поверхности конденсированной среды, является универсальная поляритонная модель (УПМ). Вместе с тем, отсутствует единая точка зрения на разрушение диэлектриков, в частности, обладающих нелинейными свойствами. Экспериментально установлено, что на поверхности (рис.1а) и в объеме (рис.1б-в) нелинейного кристалла ниобата лития (НЛ) образуются периодические наноструктуры [1 – 4]. Характерные параметры используемого линейно поляризованного лазерного излучения с длиной волны $\lambda=800$ нм: $\tau=250$ фс, $Q\approx 0.56$ Дж/см², $N=(10\div 20)$. При нормальном падении лазерного излучения ориентация образующихся в экспериментах решеток наноструктур $g \parallel E$ (см. рис.1), где E - тангенциальная проекция вектора напряженности электрического поля лазерного излучения. Плотности энергии излучения были достаточны для создания в фокальной области кристалла плотной плазмы ($n_e > 10^{21}$ см⁻³) и выполнения условий существования поверхностных плазмон поляритонов (ППП) на возникающей границе раздела плазма – кристалл. Объясняющие образование решеток наноструктур модели не были предложены. Период приведенных на рис.1б пространственных структур в объеме НЛ составлял $d \approx 170$ нм и может быть описан как $d = \lambda/2\eta = \lambda/2n\xi \approx 170$ нм, где η – действительная часть показателя преломления границы раздела рассматриваемых сред для ППП, $\xi = \eta/n$; n_0 , n_e - обыкновенный и необыкновенный показатели преломления, $n = (n_0 + n_e)/2$. Образование нанорешеток связано со взаимной интерференцией двух встречных волн ППП, возбуждаемых на индуцированной границе раздела плазма – кристалл. Поверхностные решетки [4] имели пространственный период $d \approx 250$ нм, хорошо описываемый порядком Шарковского [5]: $d = \lambda/3\eta \approx 250$ нм, $\eta \geq 1$. Гребни решеток с $d \approx 250$ нм оказываются промодулированными решеткой G аномальной ориентации $G \perp g$, что свидетельствует об участии в интерференции клиновых ППП [6]. Поверхностные разрушения «точечного» типа, образующиеся под действием поляризованного по кругу



излучения [2], свидетельствуют в пользу УПМ. Таким образом, ориентация и пространственные периоды наноструктур, образующихся в объеме и на поверхности НЛ, хорошо описываются в рамках УПМ. Поэтому она может быть использована для описания основных закономерностей разрушения кристаллов ниобата лития и, возможно, танталата лития, УКИ лазерным излучением.

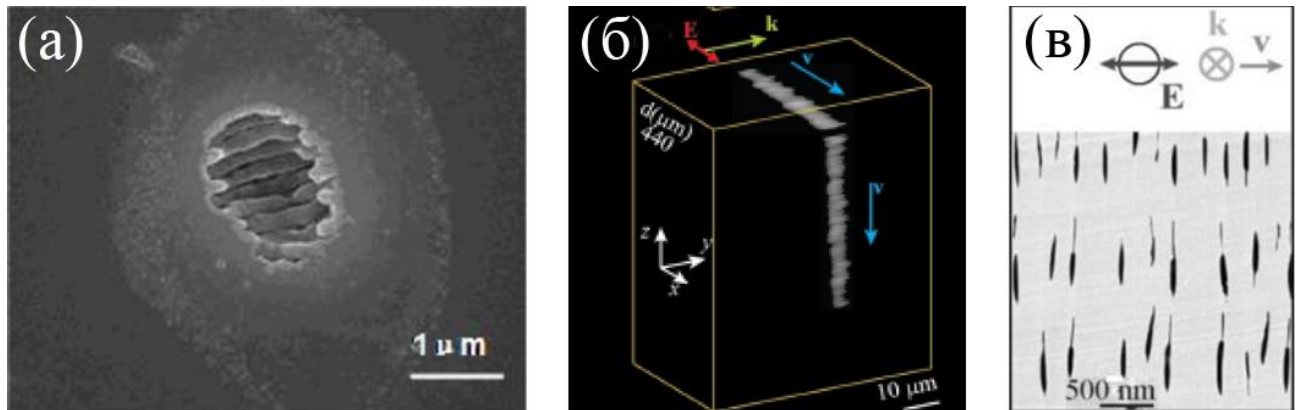


Рис.1. Лазерно-индуцированное разрушение кристалла ниобата лития: а) разрушение поверхности; б) общий вид разрушения объема сканирующим излучением; в) сечение характерного разрушения объема.

Литература

1. P. Karpinski, V. Shvedov et al. Optics Express. V.24. № 7. P.7456 (2016).
2. H. Shimusu, G. Obara, M. Terakawa et al. Appl. Phys. Express. V.6. p. 112701 (2013).
3. Yu, P. Lu, N. Dai, Y. Li et al. J. Opt. A. Pure and Appl. Phys. V.10.P. 035101 (2008).
4. S. Zhang, L. Jiang, X. Li, J. Hu et al. Optics Express. V. 25. № 10. P. 10843 (2017).
5. В.С. Макин и др. Письма в ЖТФ. Т. 34. Вып. 9. С. 55-64 (2008).
6. В.С. Макин, Ю.И. Пестов, Р.С. Макин. Оптика и спектроскопия. Т. 120. № 4. С. 118-123 (2016).

Макин Владимир Сергеевич, д.ф. - м.н., профессор
E-mail: makinvs@nioep.ru



МЕХАНО-ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

А.В Дунаев¹, Ю.В Воробьев²

1) *Федеральный научный агроцентр «ФНАЦ ВИМ», Москва, dunaev135@mail.ru*

2) *Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru*

Для уменьшения расхода топлив постоянно совершенствуют ДВС. Применяют и магнитную обработку, гомогенизацию топлив, кавитацию, электрическую, обработки. Апробирована и механо-химия активации топлив. Так создан активатор (патент РФ № 2411074), существенно облегчающий фракционный состав и продлевающий модификацию топлив за его пределами. Её необратимость сокращает расход моторных топлив на 20-27 %, уменьшает дымность и токсичность газов ДВС, температуру замерзания топлив, очищает их от смол и серы.

Активатор встраивается в любые ДВС, без привода, без химических веществ, не уменьшает ресурс ДВС. Особое его достоинство - необратимость активации.

Активатор в ВУНЦ ВВА ВВС проверен по расходу разных топлив двигателями КамАЗ-740, ЗМЗ-406, ЯМЗ-236 (с установкой в разных магистралях), экологически-ми - в Рочестер-Центр (США), контролем химмотологии 8 марок бензинов, 3 марок дизтоплива - в ГНУ ВНИИТиН, десятками хроматограмм топлив в лаборатории судебной медицинской экспертизы Минюста РФ. Моторные испытания показали уменьшение расхода дизтоплива на 26,5, 28,6 и 26,7%, бензина на 21,3, 27,7 и 31,9 %. Эксплуатационные испытания 26 активаторов на многих автомобилях с бензиновыми и дизельными двигателями показали сокращение расхода бензина до 31,9 %.

Хроматограммы активированных топлив показали уменьшение в них тяжелых углеводородов и образование легких: гексана, гептана, 3метил-пентана до 37 %, уменьшение серы с 0,032 до 0,015 %, а смол с 7,4 до 0,8 мг/100 мл. В бензине содержание октаноопределяющего толуола повышалось до 16 %, а в авиакеросине – нонана и декана - до 21 %. Активатор апробирован и на биотопливе.

Особенности механохимии в активаторе подтверждены тем, что под влиянием долгоживущих радикалов модификация топлив продолжается и за ним. Так ввод доли активированного топлива в не активированное заметно повышает в смеси долю активированного:



- в товарное вводили 20 % активированного с 23 % легких фракций (т.е. 4,6 %) и через 15 мин в смеси образовывалось 12 % легких фракций,

- аналогично ввод 30 % активированного создавал 39 % легких фракций,

- но ввод 50 % активированного создавал легких фракций много меньше.

Разрушение механо-химией углеводородов выявлено еще в 1887 г. В начале механически рвутся наименее прочные атомные связи по 295-431 кДж/моль, а крепкие требуют до 502,4 кДж/моль. Но для существенного повышения теплотворной способности топлив только диссоциации углеводородов и кислорода, образования свободных радикалов, что облегчено активацией, явно не достаточно.

Каковы же физические механизмы существенного повышения теплоты сгорания активированных топлив. Здесь проф. Канаревым Ф.М. показано, что для разрушения связей между валентными электронами атомов в цепи достаточно затратить 2,56 eV механической энергии, а для термического разрыва - 5,13 eV. Но после механического разрыва валентные электроны для стабильности поглощают по эфирному фотону общей энергии 5,13 eV. Поглотив их, они становятся активными, восстанавливают разорванную связь, соединяя части молекул, но при этом излучают уже тепловые фотоны и энергонасыщают вещество той же энергией 5,13 eV.

Итого, затратив в механо-химии 2,56 eV механической энергии, при восстановлении связей электроны насыщают вещество 5,13 eV (248 кДж/моль). При разрыве же связей между несколькими атомами энергии в вещество может вводиться больше. Отсюда механо-химия дробления углеводородов с обратимым действием валентных электронов может быть главной причиной повышения теплотворности и уменьшения расхода топлив в ДВС. Однако проф. Канарев добавляет: «Все эффекты повышения давления сгорания топлив в закрытых полостях формируются не газами, а фотонами. А объемы световых фотонов, излучаемых электронами в реакциях предварительно диссоциированных молекул, в 105 раз больше объемов их источников - электронов, а попутно излучаемые невидимые инфракрасные фотоны в 10, 20.... 100 раз больше объема световых фотонов». Отсюда предположим, что уменьшение расхода моторных топлив обусловлено как их преобразованиями в активаторе, так и процессами в камерах сгорания ДВС.



МИКРОЭМУЛЬСИЯ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

А.С. Полякова, П.Е. Тюлягин, Д.А. Фёдоров, Н.М. Мурашова, Е.В. Юртов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

В настоящее время большое внимание уделяется применению наноматериалов и наноструктур для извлечения и разделения веществ. В частности, для жидкостной экстракции и выщелачивания металлов предлагается использовать микроэмульсии – термодинамически стабильные изотропные дисперсии масла и воды, содержащие домены нанометрового размера, стабилизированные поверхностно-активными веществами [1].

Ранее было предложено использовать обратные микроэмульсии на основе ди-(2-этилгексил)фосфата натрия, содержащие в качестве экстрагента ди-(2-этилгексил)фосфорную кислоту, или трибутилфосфат и уксусную кислоту для выщелачивания цветных металлов из частиц твёрдой фазы [2]. Основным недостатком таких микроэмульсий является то, что дорогостоящий экстрагент Д2ЭГФК находится в микроэмульсии в основном в форме натриевой соли и не принимает участие в извлечении металлов. В связи с этим, актуальной задачей остаётся поиск более дешёвых поверхностно-активных веществ и экстрагентов, пригодных для проведения микроэмульсионного выщелачивания.

Для выщелачивания металлов представляет интерес микроэмульсия в системе додецилсульфат натрия (SDS) – бутанол-1 – керосин – вода, содержащая в качестве экстрагента капроновую (гексановую) кислоту. Целью работы является изучение области существования и диапазона температурной устойчивости микроэмульсии в данной системе.

Была определена граница области существования микроэмульсии в системе додецилсульфат натрия – бутанол-1 – керосин – вода при температуре 25 °С и мольных соотношениях SDS:бутанол-1 = 1:4; 1:5; 1:6; 1:7. Получено, что в исследуемом диапазоне соотношений ПАВ и соПАВ микроэмульсия имеет широкую область существования для всех изученных соотношений SDS:бутанол-1. Однако, при уменьшении соотношения SDS:бутанол-1 до 1:2 микроэмульсия в исследуемой системе не образуется.



Определен гидродинамический диаметр капель микроэмульсий, содержащих 20 % мас. воды, 40 % мас. керосина и 40 % мас. смеси SDS – бутанол-1 – капроновая кислота. Для всех изученных образцов он составил 3-5 нм.

Для исследования температурной устойчивости микроэмульсии было выбрано несколько составов, соответствующих обратной (вода в масле), бинепрерывной и прямой (масло в воде) микроэмульсии (% мас.): 1) H₂O – 20, керосин – 40; ПАВ+соПАВ – 40; 2) H₂O – 30, керосин – 25; ПАВ+соПАВ – 45; 3) H₂O – 40, керосин – 15; ПАВ+соПАВ – 45; 4) H₂O – 50, керосин – 15; ПАВ+соПАВ – 35; 5) H₂O – 60, керосин – 10; ПАВ+соПАВ – 30. В состав смеси ПАВ+соПАВ входило 15 мольных % SDS; от 20 до 70 мольных % капроновой кислоты, остальное – бутанол-1. Микроэмульсии термостатировали не менее 15 минут при температуре от 25 до 95 °С. Для составов № 1-4 в интервале температур от 25 до 94 °С в исследуемой системе существует однофазная микроэмульсия. При повышении температуры более 94 °С наблюдается расслаивание микроэмульсии на две фазы, которое исчезает при последующем охлаждении. Для состава № 5 температура, при которой происходит расслаивание микроэмульсии, содержащей 20 мольных % капроновой кислоты, составляет 94 °С; содержащей 60 мольных % капроновой кислоты – 80 °С. Для остальных изученных микроэмульсий граница температурной устойчивости превышает 94 °С.

На основании полученных данных можно предложить следующие составы микроэмульсии для выщелачивания: от 20 до 50 % мас. воды; в состав смеси ПАВ + соПАВ входит 15 мольных % додецилсульфата натрия; до 70 % мольных капроновой кислоты. Процесс микроэмульсионного выщелачивания можно проводить при температурах до 85 °С.

Литература

1. Мурашова Н., Полякова А., Юртов Е. Анализ динамики научных публикаций в областях, связанных с нанотехнологией и экстракцией // Наноиндустрия, 2017. №3 (73). С. 46-55.
2. Murashova N.M., Levchishin S.Yu, Yurtov E.V. Leaching of metals with microemulsions containing bis-(2-ethyhexyl) phosphoric acid or tributylphosphate // Hydrometallurgy, 2018. № 175. P. 278-284.



НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

О.М. Осмоловская, Ю.В. Петухова, И.П. Мосягин, Ю.А. Мезенов, Н.П. Бобрышева,
О.В. Левин, М.Г. Осмоловский

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
o_osmolovskaya@mail.ru

В работе показана возможность управления кристаллической структурой диоксида ванадия и, следовательно, его функциональными свойствами, непосредственно на стадии получения путем введения зародышей в ходе гидротермального процесса.

Известно, что для VO_2 характерно многообразие кристаллических модификаций с уникальными свойствами. Для фазы типа рутила наблюдается фазовый переход полупроводник-металл (ФППМ), который сопровождается резким изменением электрических, магнитных и оптических свойств, что активно используется в термодатчиках, термопереклещателях, «умных» покрытиях для стекол. Фазы $VO_2(B)$ и $VO_2(A)$ являются слоистыми и используются в электрохимической энергетике как электродные материалы.

Для получения наноматериалов с особыми физико-химическими свойствами был проведен направленный синтез именно слоистых модификаций диоксида ванадия. Были выбраны и использованы зародыши (интервал концентраций составлял от 2 до 20 мол%) со структурой, близкой к двум наиболее распространенным кристаллическим модификациям VO_2 : CuO для моноклинной и SnO_2 для тетрагональной. С целью улучшения потребительских характеристик материалов была проведена модификация синтезированных образцов: (1) с получением наночастиц типа «ядро-оболочка» для маскировки черного цвета порошка, (2) путем создания слоя органических молекул на поверхности (производные акриловой кислоты после синтеза, и карбоновые кислоты *in situ*) для равномерного диспергирования в полимерной матрице. Методами РФА, ИК НПВО и Рамановской спектроскопии, СЭМ и ПЭМ высокого разрешения показано, что продукт представляет собой наностержни различного размера с толщиной не более 100 нм и наследует кристаллическую структуру зародыша, что позволяет получать слоистые фазы в мягких условиях (параметры процесса: температура 240°C и длительность 12 часов); также подтверждена успешная модификация поверхности наночастиц. Полученные образцы показали высокую удельную емкость (до 200 мАч/г) при тестировании в составе



прототипов литий-ионных батарей, продемонстрирована зависимость этого параметра от кристаллической модификации VO₂.

Изучение оптических характеристик в модельной системе (изолированная от внешней среды «комната» с окном, на которое нанесено покрытие на основе синтезированных наночастиц, а также их композитов с метилметакрилатом) показало снижение максимальной температуры при нагревании ИК-излучением со сходным с солнцем спектром на 8 градусов.

Таким образом, продемонстрирована фундаментальная возможность управления кристаллической структурой диоксида ванадия, а также перспективность практического применения полученных материалов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-03-00167-а. Исследования выполнены на базе РЦ СПбГУ: «Геомодель», «Методы анализа состава вещества», «Инновационные технологии композитных материалов», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Оптические и лазерные методы исследования вещества».

Осмоловская Ольга Михайловна, к.х.н., доцент
E-mail: o_osmolowskaya@mail.ru

**ОБРАЗОВАНИЕ НАНОРЕШЕТОК ПРИ ФИЛАМЕНТАЦИИ
ФЕМТОСЕКУНДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ
СРЕДАХ ЗА СЧЕТ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОН ПОЛЯРИТОНОВ**

В.С. Макин¹, Р.С. Макин²

1) АО НИИ оптико-электронного приборостроения, г. Сосновый Бор, makinvs@niiоер.ru

2) Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Москва, rmak@sai-net.ru

В последние годы особый интерес в физике взаимодействия интенсивного ультракороткоимпульсного (УКИ) лазерного излучения с конденсированными средами вызывает проблема формирования объемных и поверхностных нанорешеток с периодами, меньшими величины дифракционного оптического предела [1]. Для объяснения разнообразия периодов и ориентаций структур была предложена универсальная поляритонная модель (УПМ). В рамках этой модели рассматривалась интерференция



падающего излучения с возбуждаемыми им поверхностными плазмон поляритонами (ППП), а также взаимная интерференция ППП [1]. Было интерпретировано образование наноструктур аномальной ориентации как результат взаимной интерференции локализованных поверхностных плазмон поляритонов - канальных и клиновых ППП. Вместе с тем, некоторые экспериментальные данные по образованию наноструктур при острой фокусировке и филаментации лазерного излучения остаются необъясненными: структуры наблюдаются в пределах треков распространения фс излучения в прозрачной среде, диаметром порядка длины волны излучения (λ). Такие решетки экспериментально наблюдались в кристаллах фтористого лития, 4H-SiC, кварцевом стекле [2-7]. Для объяснения экспериментальных данных предложена физическая модель [8]. При острой фокусировке в импульсе УКИ лазерного излучения образуется протяженный цилиндрический плазменный канал, плотность неравновесных электронов в котором достаточна для существования на его границе с невозбужденным материалом цилиндрических поверхностных плазмон поляритонов (ЦППП) [8]. В предложенной модели интерферируют две волны ЦППП, распространяющихся навстречу друг другу вдоль канала, с образованием стоячей волны и нанорешетки. Если рассматривать ЦППП с азимутальным квантовым числом $m=0$, то вектор образующейся решетки $g \parallel k$, где k - волновой вектор падающей волны. Период образующейся решетки $d=2\pi/|g|=\lambda/2\xi$, где ξ - действительная часть комплексного показателя преломления рассматриваемой границы раздела для ЦППП. На рис. 1а приведена типичная картина филаментации линейно поляризованного фс лазерного излучения с образованием нанорешеток коэффициента преломления в карбиде кремния 4H-SiC [2]. Их период составлял $d=2\pi/2ks<\pi/k_0n=\lambda/2n\approx 150$ нм для $n=2.65$ и $\lambda=800$ нм. Здесь ks - волновое число ЦППП. Аналогичные решетки наблюдались в кварцевом стекле [3] ($\lambda=800$ нм, $\tau = 60$ фс): в пределах узкого ($\sim\lambda$) цилиндрического трека излучения образовывались нанорешетки с $d=\lambda/2n\xi=280$ нм ≈ 300 нм в виде областей с модуляцией показателя преломления (рис.2б). Образование микроструктур в объеме LiF с периодом $d= 2.2$ мкм при филаментации фс излучения ближнего ИК диапазона с $\lambda=3$ мкм [5] интерпретировано как бифуркация периода основных структур с увеличением периода в два раза (универсальность Фейгенбаума). Остаточные решетки в максимумах интерференционной картины рис.2в (решетки с $d=2,2$ мкм увеличены в эллипсах) записывались в виде пространственной модуляции F+ центров окраски.

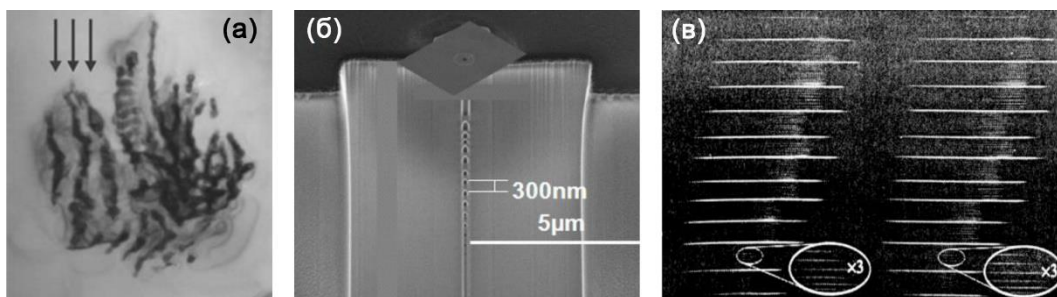


Рис. 1.

Литература

1. В.С. Макин и др. Оптика и спектроскопия. Т. 120. № 4. С. 118-123 (2016).
2. T. Okada, T. Tomita et al. J. Appl. Phys. V. 106. P. 054307 (2009).
3. P.K. Velpula et al. Laser and Physics Rev. V.10. P. 230-244 (2016).
4. I. Blonsky, N. Brodin, et al. Appl. Phys. B. V. 97. No 4. P.829-834 (2009).
5. А.В. Кузнецов и др. Квантовая электроника. Т. 46. С. 379-386. (2016).
6. M. Mori et al. Phys. Status Solidi A. V. 212. № 4. P. 715 (2015).
7. Sei T. et al. J. Laser Micro/Nanoengineering. V.11. P.76. (2016).
8. V.S. Makin, I.A. Silantieva, R.S Makin. Proceedings of International Conference on "Laser and Fiber-Optics Network Modeling". Sevastopol (2010) P. 13-15.

Макин Владимир Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор
E-mail: makinvs@nioep.ru



СОНИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Л.А. Зинченко, В.А. Шахнов, А. К. Тютин

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Однослойные углеродные нанотрубки находят широкое применение при производстве нового поколения диодов и полевых транзисторов.

При производстве транзисторов на основе однослойных углеродных нанотрубок одной из причин брака является технологический разброс диаметра однослойной углеродной нанотрубки, приводящий к возможному изменению типа проводимости с желаемого полупроводникового на металлический, и, как следствие, браку. В связи с этим представляется целесообразным введение функции звукового предупреждения о возможном дефекте [1].

В докладе рассматриваются различные методы сонификации транспортных свойств однослойных углеродных нанотрубок, а также разработанное программное обеспечение для сонификации транспортных свойств на основе метода прямого прохода.

Входными данными для анализа являются число однослойных углеродных нанотрубок N , данные о математическом ожидании μ и стандартном отклонении σ диаметра однослойных углеродных нанотрубок. Также необходимо указать звуковые сигналы, соответствующие полупроводниковому и металлическому типам проводимости. Для заданных входных данных генерируется набор диаметров однослойных углеродных нанотрубок, соответствующих заданным входным данным.

В докладе обсуждаются 3 метода сонификации.

1. Метод прямого прохода. В этом методе формируются звуковые сигналы одинаковой амплитуды для каждого диаметра однослойной углеродной нанотрубки из указанного набора, соответствующие типу проводимости в зависимости от соотношения индексов хиральности. Этот метод позволяет выполнить аудио аналитику состава полученного набора углеродных нанотрубок. Количество звуковых сигналов равно заданному числу нанотрубок. Установлено, что длительность каждого сигнала одинакова.



2. Метод кластеризации. В этом случае формируется только два звуковых сигнала, длительность которых прямо пропорциональна числу однослойных углеродных нанотрубок с металлическим и полупроводниковым типом проводимости.

3. Метод предупреждения. В этом методе при наличии в наборе однослойных углеродных нанотрубок с металлическим типом проводимости формируется только один сигнал, соответствующий металлическому типу проводимости. Его длительность прямо пропорциональна числу однослойных углеродных нанотрубок с металлическим типом проводимости.

Метод прямого прохода является наиболее информативным среди предложенных трех методов. К достоинствам метода предупреждения следует отнести его простоту. Метод кластеризации позволяет оценить соотношение однослойных углеродных нанотрубок с металлическим и полупроводниковым типами проводимости.

В докладе обсуждается разработанное программное обеспечение, реализующее предложенный метод прямого прохода. В программе пользователь имеет возможность задать перечисленные выше входные данные. В программе установлено, что длительность звукового сигнала равна 0,5 секунды при скважности 50%.

Приводятся результаты тестирования разработанного программного обеспечения при задании математического ожидания $\mu=1,2$ нм и стандартного отклонения $\sigma=0,3$ нм, соответствующим экспериментальным данным [2].

Литература

1. Тютин А.К., Казаков В.В., Верстов В.А. Использование методов сонификации в задачах классификации нанотрубок. Политехнический молодежный журнал. 2017. № 1. С.1-9.

2. Nishant Patil, Albert Lin, Edward R. Myers et al. Wafer-Scale Growth and Transfer of Aligned Single-Walled Carbon Nanotubes. IEEE Transactions on Nanotechnology. 2009. Vol. 8. № 4. С. 498-504.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 15-29-01115 офи-м).

Зинченко Людмила Анатольевна, д.т.н., профессор

E-mail: lyudmillaa@mail.ru



Нанокompозитные полимеры

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА РАЗМЕР ПОР ВЫСОКОПОРИСТОГО СОПОЛИМЕРА СТИРОЛА И ДИВИНИЛБЕНЗОЛА

С.А. Широких, А.И. Ракитин, Л.Х. Хасанова, М.Ю. Королёва, Е.В. Юртов

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва,
serega-teo@mail.ru*

Одними из перспективных материалов для ликвидации тонкой плёнки нефтепродуктов с поверхности водоемов после аварийных разливов являются высокопористые полимеры [1]. Методом получения подобного рода материалов может быть полимеризация обратных высококонцентрированных эмульсий (с долей дисперсной фазы более 74,05%). Данный метод позволяет задавать свойства конечного полимера на стадиях получения исходной эмульсии, изменяя состав, например, используя различные доли дисперсной фазы эмульсии [2] или инициаторы радикальной полимеризации [3]. Для более удобной эксплуатации можно создать композиционный материал на основе высокопористой полимерной матрицы и магнитных наночастиц, которые также могут вносить свой вклад в изменения свойств сорбента [4]. Матрицей композита в работе являлись сополимеры стирол и дивинилбензол, вода представляла дисперсную фазу обратной высококонцентрированной эмульсии, стабилизатором которой выступал сорбитан моноолеат (Span 80). Для инициирования процесса радикальной полимеризации был выбран персульфат аммония. Для наполнения матрицы модифицированным методом старения были получены частицы магнетита размером 30 ± 5 нм. Образцы высокопористого нанокompозита были исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа. По изображениям, представленным на рисунке 1, определялся средний диаметр пор. Необходимо отметить, что в подобных структурах возможно образование пор двух типов – пор-пустот, появляющихся на месте капель дисперсной фазы, и пор-отверстий, образующихся в местах скопления ПАВ и частичной коалесценции капель [5].

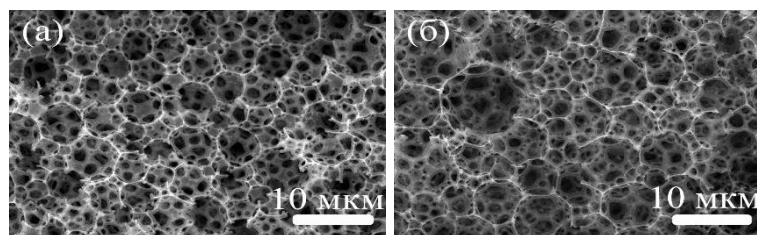


Рис.1. СЭМ-изображения образцов высокопористого композита с концентрацией частиц Fe_3O_4 (а) – 5 мас.%, (б) – 25 мас.% от массы сомономеров

В таблице 1 представлены результаты измерений диаметра пор в образцах высокопористого композита.

Таблица 1.

Размеры пор высокопористого композита на основе стирола и дивинилбензола с различной концентрацией частиц Fe_3O_4 от массы сомономеров

Концентрация частиц Fe_3O_4 , мас.%	5	10	20	25
Диаметр пор-пустот, мкм	$3,4 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,5$
Диаметр пор-отверстий, мкм	$1,0 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,3$

Из полученных данных можно сделать вывод, что концентрация частиц Fe_3O_4 не влияет на размер пор различного типа высокопористого композита на основе стирола и дивинилбензола, полученного полимеризацией обратных высококонцентрированных эмульсий.

Благодарности

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания контракт № 10.4650.2017/6.7. При выполнении части данной работы было использовано оборудование ЦКП РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Литература

1. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Салатова Ю.А., Королёва М.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. 2016. — Т. 30. № 12 (181). — С. 40-42.
2. Чекрыгина М.Ю., Королёва М.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. — 2013. — Т. 27. № 6 (146). — С. 128-131.
3. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Широких С.А., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. // Труды Кольского научного центра РАН. – 2017. — № 5-1 (8). — С. 229-233.



4. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Широких С.А., Корчагина М.Г., Анисимова Е.Д., Королёва М.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 13 (194). — С. 45-47.
5. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. // VI Всероссийская конференция по наноматериалам с элементами научной школы для молодежи (Москва. 22-25 ноября 2016 г.) — Москва, 2016. — С. 506-507.

Широких Сергей Александрович, магистрант
E-mail: serega-teo@mail.ru

НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.Л. Воропаева¹, Л.Д. Чеснокова¹, Т.Г. Белоножкина¹, С.И. Манаенков¹,
Э.К. Горшкова¹, В.И. Горшков¹, Л. Сибирная, Д.В. Сибирный¹, В.В. Карпачев¹,
О.Л. Фиговский²

1) ФГБНУ ВНИИ риса, г. Липецк, РФ, bionanotex_1@mail.ru

2) R&D of Asteros, Ltd.; of NTI, Inc., USA;

В последние годы все больше возрастает потребность в природных полимерах благодаря их возобновляемости как источников сырья, способности к биodeградации, нетоксичности и присущему только им комплексу физико-химических свойств и структурных особенностей. Полисахариды, обладающие широким спектром биологической активности, нашли широкое применение во многих сферах деятельности человека. Открылись огромные перспективы при получении на их основе новых наноматериалов различного назначения, в том числе и для сельского хозяйства.

Нано)структурированные материалы для предпосевной обработки семян (в составе (нано)чипов, обработки растений в период вегетации и сохранения стручков масличных капустных культур от преждевременного растрескивания получали на основе местных сырьевых природных ресурсов и продуктов их переработки - нетоксичных биodeградируемых водорастворимых производных природных полисахаридов (хитинов, пектинов, целлюлозы), различной концентрации в присутствии соответствующих стабилизаторов наночастиц при их формировании с образованием клеящих тонких пленок, обладающих заданной адгезионной прочностью и представляющих собой



межмолекулярные наноструктурные образования определенного состава и структуры [1, 2].

Исследования проведены на базе ФГБНУ ВНИИ рапса с использованием общепринятой в ЦЧР технологии возделывания ярового рапса с применением соответствующих методик. Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок систематическое со смещением. Предшественник - озимая пшеница. При полном созревании семян уборка урожая рапса проведена прямым комбайнированием. Ряд физико-химических и структурных исследований проведены на приборной базе Центра коллективного пользования «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» БелГУ с использованием электронного микроскопа HITACHI SU 1510, ИК-спектрометра Nicolet 6700 и др.; НОЦ "Нанотехнологии и наноматериалы"; ФГБОУ ВПО "ТГТУ" на кафедре «Техника и технологии производства нанопродуктов».

На фоне (NPK)40, предпосевной обработки семян и некорневой подкормки в фазы «розетка листьев - бутонизация - начало цветения» (нано)препаратом с антидотной активностью ((нано)чипом на основе производного хитозана) прибавка урожая семян рапса по сравнению с контролем составила 3,4 ц/га.

Среди изучаемых клеящих препаратов для закрепления стручков от преждевременного старения в среднем несколько более высокая урожайность (24,1 ц/га) получена при использовании (нано)материала на основе хитозана, который имел достоверное преимущество относительно контроля.

Таким образом, использование наноматериалов на основе производных полисахаридов в сельском хозяйстве способствует повышению урожайности и обеспечивает получение экологически чистой продукции растениеводства.

Литература

1. Чеснокова Л.Д., Воропаева Н. Л., Карпачев В.В. Стабилизация урожайности ярового рапса // сборник статей Международной научно - практической конференции «Проблемы внедрения результатов инновационных разработок», Оренбург. «ОМЕГА САЙНС», 2018. -С.64-65.
2. Карпачев В.В., Савенков В.П., Воропаева Н.Л., Белоножкина Т.Г., Чеснокова Л.Д., Манаенков С.И., Фиговский О.Л. (Нано)материалы как «закрепители» стручков растений от преждевременного их растрескивания//Сборник тезисов VIII ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. 30 марта 2017. – г. Москва. -2017. –с.205-208.

Воропаева Надежда Леонидовна, д.х.н., проф.
E-mail: bionanotex_1@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru



НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА ФУРФУРОЛА

С.А. Ефремов¹, К.К. Кишибаев^{1,*}, А.Т. Кабулов¹, Р.Р. Токпаев¹, А.А. Атчабарова¹, С.В. Нечипуренко¹, М.К. Наурызбаев¹, Х.С. Тасибеков², К.О. Кишибаев³, В.М. Мухин⁴, Н.Л. Воропаева⁵, С.К. Rojas-Mayorga⁶, J. Silvestre-Albero⁷, Francisco Rodríguez-Reinoso⁷,

О.Л. Фиговский⁸

- 1) *Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского Национального Университета имени аль-Фараби (ЦФХМА), Казахстан, Алматы*
- 2) *Факультет химии и химической технологии Казахского Национального Университета имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы*
- 3) *Факультет естествознания Казахского Государственного Женского Педагогического Университета, Казахстан, Алматы*
- 4) *ОАО «ЭНПО «Неорганика», РФ, Электросталь*
- 5) *ФГБНУ ВНИИ рапа, Российская Федерация, 398037 Липецк, РФ*
- 6) *Departamento de Ingenieria Quimica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Mexico, Aguascalientes*
- 7) *Laboratorio de Materiales Avanzados, Departamento de Química Inorganica, Universidad de Alicante, Spain, Vicente del Raspeig.*
- 8) *Poytmate Ltd.-INRC, Migdal Ha'Emek, Israel*

Интерес к производству наноматериалов из возобновляемых ресурсов возрос за последнее десятилетие в связи с уменьшением запасов и ростом цен на ископаемое топливо. Биомасса, которая в основном состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, является одним из самых важных возобновляемых источников в мире [1]. Из возобновляемых источников биомассы и отходов сельского хозяйства фурфурол является ключевым производным, легко доступным для производства широкого диапазона важных химических веществ [2].

Целью настоящей работы является получение наноструктурных материалов на основе сополимера фурфурола и исследование полученных углеродных материалов методами термогравиметрического анализа и ЯМР - спектроскопии.

Получены наноструктурные материалы на основе активных углей (АУ) с использованием сополимера фурфурола с различным содержанием активирующих



компонентов. Для исследования полученных наноматериалов использованы термогравиметрический анализ и ЯМР (^{13}C) спектроскопия.

Термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия показали, что процесс карбонизации некарбонизованных формованных углеродных (нано)материалов на основе сополимера фурфурола характеризуется эндоэффектами и экзоэффектами, которые соответствуют разложению его основных компонентов.

Термогравиметрический анализ карбонизованных и активированных углеродных (нано)сорбентов на основе сополимера фурфурола в окислительной атмосфере ($\text{N}_2:\text{O}_2 = 4:1$) показал, что в результате нагревания образцов до $800\text{ }^\circ\text{C}$ происходит значительное изменение их массы (98-99 %), и оценена их зольность.

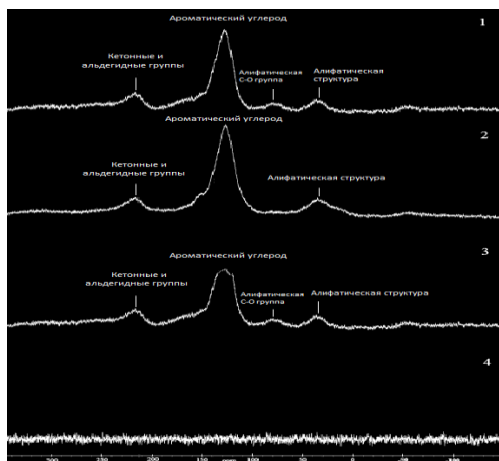


Рис.1. ЯМР спектры (^{13}C) АУ на основе сополимера фурфурола с различным содержанием полиэфирной смолы (1 – 2.0 %; 2 - без нее; 3 – 5.0 %; 4 – 17.0 %).

Методом ЯМР (^{13}C) спектроскопии установлено молекулярное строение полученных (нано)материалов. Установлено, что углеродные (нано)сорбенты в своем составе содержат ароматический углерод, кетонные, альдегидные группы и алифатические структуры. При добавлении 2.0-5.0 % полиэфирной смолы интенсивность резонансной линии от ароматического углерода, кетонных, альдегидных групп и алифатических структур снижается. Также было установлено, что при добавлении 17.0 % полиэфирной смолы характеристических пиков не наблюдается, так как этот полученный (нано)материал содержит ферромагнитные соединения, скорее всего, железа.

Литература

Kishibayev K.K., Voropaeva N.L., Kabulov A.T., Efremov S.A., et al, Russ. J. Appl. Chem., 2015, Vol. 88, No. 1, P. 50–58. DOI: 10.1134/S1070427215010085.

Kishibayev K.K., Tokpaev R.R., Atchabarova A.A., Efremov S.A., et al, Russ. J. Appl. Chem., 2016, Vol. 89, No. 3, P. 381–387. DOI: 10.1134/S107042721603006X.

Воропаева Надежда Леонидовна, д.х.н., проф.
E-mail: bionanotex_l@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru



**ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЛИПИДНЫХ ЧАСТИЦ ТРИСТЕАРАТА
ГЛИЦЕРИНА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ TWEEN 60 И SPAN 60**
А.А. Аистова, О.С. Горбачевский, М.Ю. Королёва, Е.В. Юртов

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва,
ann96pri@mail.ru*

Направленная доставка лекарственных веществ с помощью твердых липидных частиц, наноэмульсий на данный момент является перспективным направлением исследований [1-3]. Обычно дисперсные частицы в таких системах стабилизируют смесями ПАВ [4,5]. В данной работе исследованы суспензии частиц тристеарата глицерина, стабилизированные смесью неионогенных ПАВ Span 60 и Tween 60.

Была исследована зависимость среднего размера наночастиц тристеарата глицерина от концентрации ПАВ (рис. 1).

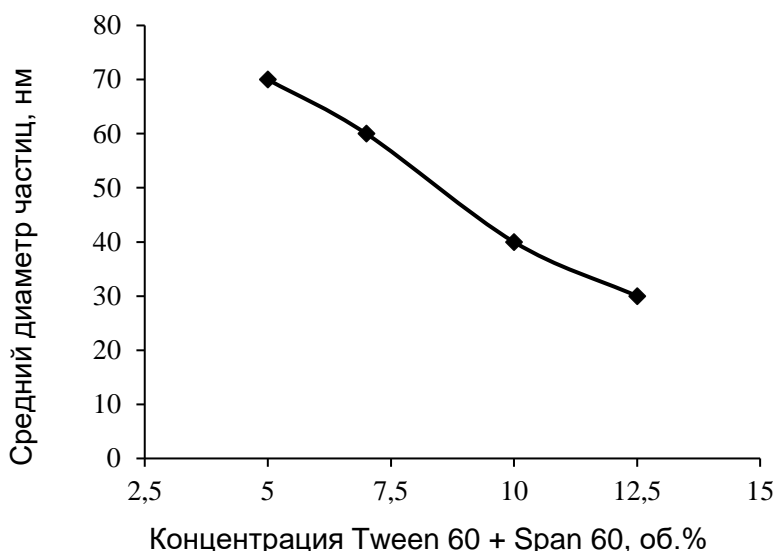


Рис.1. Зависимость размера наночастиц тристеарата глицерина от концентрации Tween 60 + Span 60

С увеличением концентрации ПАВ от 5,0 до 12,5 об.% размер наночастиц уменьшался от 70 до 30 нм. Распределение наночастиц тристеарата глицерина по размерам было узким во всех исследованных дисперсиях, не обнаруживались крупные частицы и агрегаты. В качестве примера на рис. 2 приведены распределения частиц тристеарата глицерина по размерам для систем, содержащих 7 и 10 об.% ПАВ.

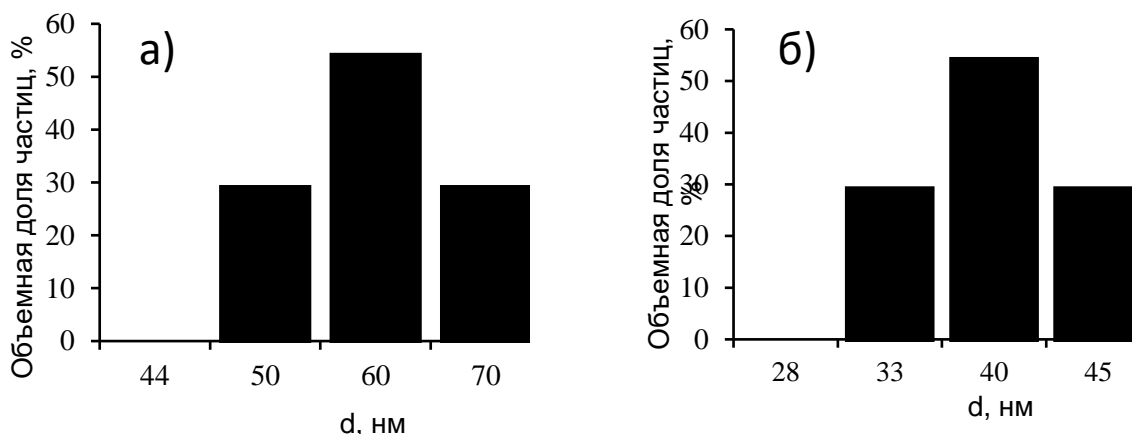


Рис.2. Распределения наночастиц по размерам при концентрации Tween 60 + Span 60: а) 7 об.%; б) 10 об.%.

Молекулы Span 60 и Tween 60 образовывали твердый адсорбционный слой на поверхности частиц дисперсной фазы, препятствующий их коагуляции, что способствовало образованию частиц тристеарата глицерина размером менее 100 нм.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ - грант 10.4650.2017/6.7.

Литература

- 1) Koroleva M., Gorbachevski O., Yurtov E. Preparation and characterization of lipid microcapsules coated with SiO₂@Al₂O₃ core-shell nanoparticles as carries for lipophilic drug delivery // *Materials Chemistry and Physics*. 2017. Vol. 202. p. 1-6.
- 2) Koroleva M.Y., Nagovitsina T.Y., Bydanov D.A., Gorbachevski O.S. Nano- and microcapsules as drug-delivery systems // *Resource-Efficient Technologies*. 2016. Vol. 2. p. 233-239.
- 3) Koroleva M.Y., Nagovitsina E.Y., Yurtov E.V. Properties of nanocapsules obtained from oil-in-water nanoemulsions // *Mendeleev Communications*. 2015. Vol. 25. № 5. p. 389-390.
- 4) Новопольцева Т.С., Горбачевский О.С., Аистова А.А., Королёва М.Ю. Твердые частицы парафина и стеариновой кислоты, стабилизированные Span 80 и Tween 80 // *Успехи в химии и химической технологии*. 2017. Т. 31. № 13 (194). С. 40-41.
- 5) Королева М.Ю., Наговицына Т.Ю., Быданов Д.А., Юртов Е.В. Прямые наноэмульсии, стабилизированные смесями неионогенных ПАВ // *Бутлеровские сообщения*. 2014. Т. 38. № 4. С. 119-125.

Аистова Анна Андреевна, магистрант
E-mail: ann96pri@mail.ru



УСТОЙЧИВОСТЬ НАНОЭМУЛЬСИЙ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ TWEEN 60 И SPAN 60

О.С. Горбачевский, Е.А. Шумова, Т.С. Новопольцева, М.Ю. Королева, Е.В. Юртов

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва,
osgorbachevski@gmail.com*

Наноэмульсии в настоящее время представляют повышенный интерес для исследователей как потенциальные носители лекарственных соединений [1,2].

Наноэмульсии, так же как и традиционные макроэмульсии, обычно стабилизируют смесями ПАВ [3,4]. В данной работе для стабилизации наноэмульсий использовались твердые неионогенные ПАВ – Tween 60 и Span 60. В качестве дисперсной фазы использовалось углеводородное масло.

Наноэмульсии получали методом температурной инверсии фаз. На рис. 1 приведены распределения по размерам капель дисперсной фазы в наноэмульсии в начальный момент времени и через 30 сут после получения.

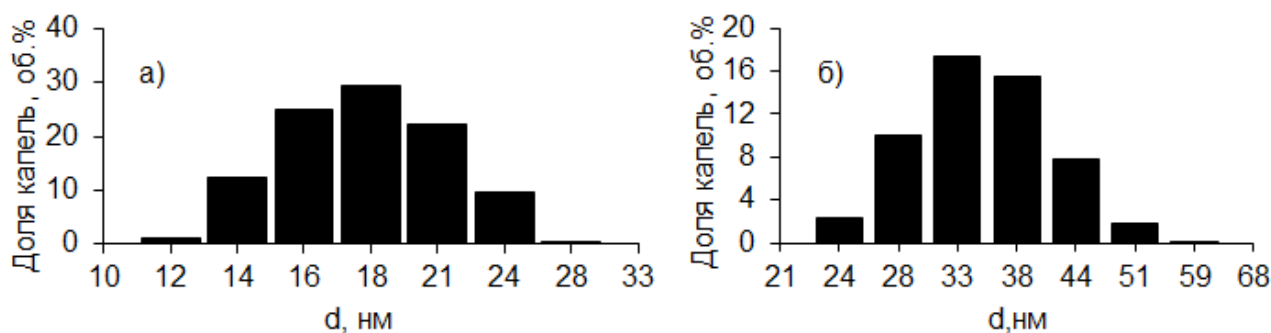


Рис.1. Распределения по размерам капель дисперсной фазы в наноэмульсии: а) после получения, б) через 30 сут.

За 30 сут размер капель увеличился незначительно, от 18 до 33 нм. Для определения устойчивости наноэмульсий были измерены зависимости интенсивности проходящего света через наноэмульсию по высоте образца от времени (рис. 2).

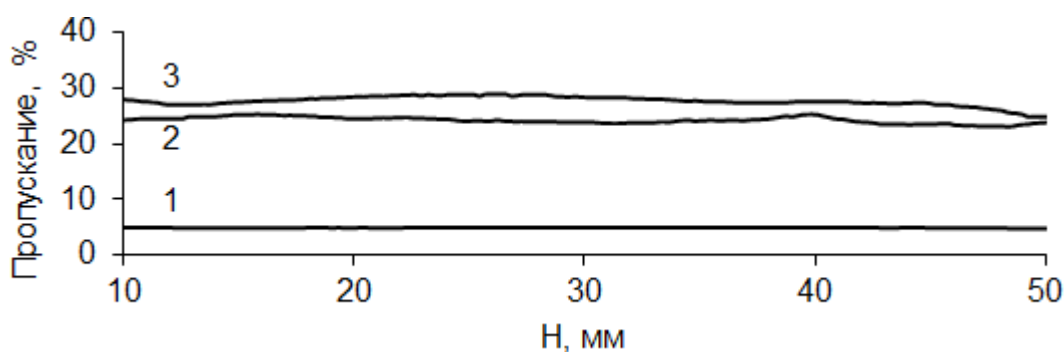


Рис.2. Зависимости интенсивности проходящего света от высоты образца через 0 (1), 15 (2) и 30 сут (3) после получения наноэмульсии.

В течение времени исследования наблюдалось некоторое увеличение интенсивности проходящего света. Это обусловлено частичной флокуляцией капель дисперсной фазы. При этом образования крупных флокул не происходило, в системе практически не протекала обратная седиментация. Это свидетельствует о высокой стабильности исследованных систем.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ - грант 10.4650.2017/6.7.

Литература

- 1) Koroleva M.Y., Nagovitsina T.Y., Bydanov D.A., Gorbachevski O.S. Nano- and microcapsules as drug-delivery systems // Resource-Efficient Technologies. 2016. Vol. 2. p. 233-239
- 2) Koroleva M.Y., Nagovitsina E.Y., Yurtov E.V. Properties of nanocapsules obtained from oil-in-water nanoemulsions // Mendeleev Communications. 2015. Vol. 25. № 5. p. 389-390.
- 3) Королева М.Ю., Наговицына Т.Ю., Быданов Д.А., Юртов Е.В. Прямые наноэмульсии, стабилизированные смесями неионогенных ПАВ // Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 38. № 4. С. 119-125.
- 4) Наговицына Т.Ю., Фадеева Е.Ю., Королёва М.Ю. Получение прямых наноэмульсий, стабилизированных смесью неионогенных ПАВ // Успехи в химии и химической технологии. 2013. Т. 27. № 6 (146). С. 110-113.

Горбачевский Олег Станиславович, аспирант
E-mail: osgorbachevski@gmail.com



ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В НАНОЭМУЛЬСИЯХ

В.Н. Курьяков¹, Д.Д. Иванова²

1) *Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, vladimir.kuryakov@ipng.ru*

2) *Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, ivanovad.97@mail.ru*

Парафиновые эмульсии широко применяются для гидрофобизации материалов, например, при производстве ДСП плит и бетонных конструкций, также парафиновые эмульсии применяются для полирования и покрытия бумаги. Перспективным считается применение парафиновых эмульсий в качестве теплоносителей, как систем содержащих материал (парафин) изменяющих свое фазовое состояние (Phase Change Material, PCM), тем самым обладающих способностью дополнительно высвободить или поглощать теплоту в определенном интервале температур при фазовых переходах.

Методом ультразвукового диспергирования и последующей фильтрацией через фильтры с размером пор 0,45 мкм, 0,2 мкм и 0,1 мкм приготовлены наноэмульсии парафина С19Н40 в воде, разной дисперсности, без добавления ПАВ. Размер (радиус) капель эмульсий был измерен методом динамического рассеяния света. Средний размер эмульсий был от 35 до 150 нм, в зависимости от используемого при приготовлении фильтра, а дзета-потенциал от -20 до -35 мВ. Используя предложенный ранее метод определения температур фазовых переходов парафинов в эмульсиях [1, 2], базирующийся на измерении температурной зависимости интенсивности рассеянного света (статическое рассеяние света), для исследуемых эмульсий определены температуры фазовых переходов плавления/кристаллизации, температуры перехода типа кристалл-кристалл (ротаторные фазы) и температурный гистерезис между этими процессами. Аналогичная техника и методика ранее была использована для определения фазовых переходов в везикулах [3]. Определенные таким образом температуры фазовых переходов для С19Н40 (Nonadecane) совпадают с известными литературными данными. Для эмульсии с наименьшим размером капель наблюдается эффект исчезновения одного из фазовых переходов в процессе охлаждения. По всей видимости, это размерный эффект (ограниченная геометрия, так называемый «finite-size effect»).

В представленной работе показано, что фазовые переходы жидкость-твердое тело (плавление/кристаллизация) и фазовый переход кристалл-кристалл (ротаторные фазы парафинов) в приготовленных образцах эмульсий сопровождаются яркими особенностями



на измеряемых температурных зависимостях интенсивности рассеянного света. По изменению интенсивности рассеянного света можно определить температуры фазовых переходов парафинов в исследуемых образцах. Определение температур фазовых переходов парафинов - актуальная задача при добыче, переработке и транспортировке нефти [4]. Исследования методом динамического и статического рассеяния света были выполнены на оборудовании Photocor Compact (Россия) и Photocor Complex (Россия).

Литература

1. Д.Д. Иванова, К.И. Киенская, В.Н. Курьяков. Исследование эмульсий индивидуальных парафинов методами динамического и статического рассеяния света // Материалы VI Всероссийской школы-конференции молодых ученых, Россия, Иваново, 1-4 июля 2017 г. Ив.: Иван. гос. ун-т, 2017, с. 102-105.

2. Д.Д. Иванова, К.И. Киенская, В.Н. Курьяков. Исследования фазовых переходов в эмульсиях индивидуальных парафинов C₁₉H₄₀ и C₂₃H₅₈ и их смесях // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. 2017, Т. XXXI, № 4 (185). с. 88 -90

3. Voronov V.P., Kuryakov V.N., Muratov A.R. Phase behavior of DODAB aqueous solutions // ЖЭТФ. 2012. т. 142. С. 1258.

4. Воронов В.П., Курьяков В.Н., Муратов А.Р. Исследование фазового поведения и вязкости природных углеводородных смесей // Актуальные проблемы нефти и газа. 2017, № 2 (17). с.12.

Курьяков Владимир Николаевич, к.ф.-м.н.
E-mail: vladimir.kuryakov@ipng.ru



Нанотехнологии в строительстве

ПОИСК КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВОВ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ФИБРОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМОДИФИКАТОРОВ

Т.А. Низина¹, А.Н. Пономарев², А.С. Балыков¹, Д.И. Коровкин¹, В.В. Володин¹

1) ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Саранск, nizinata@yandex.ru

2) ФБОУ ВПО СПбГПУ, Санкт-Петербург

Как известно, бетоны являются многокомпонентными композиционными материалами, структура которых формируется из разномасштабных элементов: гидратных фаз цемента, наночастиц модификаторов размерами до 100 нм; зерен портландцемента, компонентов химических добавок и минеральных наполнителей преимущественно микрометрового размера; частиц заполнителей миллиметрового размера и т.д. К перспективным наномодификаторам цементных систем, способствующим целенаправленному изменению свойств композитов (прочность, долговечность и др.) относят наночастицы SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 и др., а также производимые в промышленных масштабах углеродные наночастицы.

Следует отметить и другое перспективное направление модификации композитов – дисперсное армирование, способствующее повышению вязкости разрушения, предела прочности на срез и на растяжение при изгибе, ударной и усталостной прочности, снижению усадочных деформаций, предотвращению трещинообразования, увеличению эластичности, сопротивлению удару и истиранию, повышению морозостойкости, водонепроницаемости и т.д. Известны примеры использования высокомодульных волокон (в частности, отходов базальтовой фибры) в качестве твердых носителей, позволяющих более равномерно распределять крайне малое количество наноинициаторов по объему бетонной смеси.

Целью данной работы являлось исследования эффективности дисперсного армирования и модифицирования активными минеральными и химическими добавками составов дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов на разных масштабных уровнях структуры, а также оптимизация разработанных составов. Планирование экспериментального исследования осуществлялось на основе D-оптимального плана,



содержащего 15 опытов. При этом варьировалось две группы факторов – вид и содержание используемых добавок: микрокремнезем конденсированный уплотненный производства ОАО «Кузнецкие ферросплавы» (МКУ); высокоактивный метакраолин белый производства ООО «Мета-Д» (ВМК); гидроизоляционная добавка в бетонную смесь «Пенетрон Адмикс» (Адмикс), а также вид и содержание применяемой фибры: полипропиленовое мультифиламентное волокно с длиной резки 12 мм, диаметром 25÷35 мкм, плотностью 0,91 г/см³ (ППН); полиакрилонитрильное синтетическое волокно специальной обработки для бетонов FibARM Fiber WB с длиной резки 12 мм, диаметром 14÷31 мкм, плотностью 1,17±0,03 г/см³ (ПАН); модифицированная астраленами базальтовая микрофибра под фирменным названием «Астрофлекс-МБМ» длиной 100÷500 мкм, средним диаметром 8÷10 мкм, насыпной плотностью 800 кг/м³, с содержанием астраленов 0,0001÷0,01% от массы фибры (МБМ). Максимальные уровни варьирования исследуемых факторов приведены в таблице.

Таблица 1.

Максимальное содержание исследуемых факторов, % от массы цемента					
Вид добавки			Вид фибры		
МКУ	ВМК	Адмикс	ППН	ПАН	МБМ
20	6	1,5	1	1,5	5

Определение рациональных составов велось на полях основных прочностных свойств, описанных структурированными ЭС-моделями. С целью определения устойчивости применяемой технологии для оптимизируемых прочностных параметров были определены объемы допустимой области на основе анализа более 4 тыс. предсказанных значений. Многокритериальная оптимизация по каждому фактору в отдельности при предъявлении совместных требований по пределам прочности при сжатии и на растяжение при изгибе осуществлялась с помощью наложения областей допустимых значений указанных прочностных характеристик и определения зон их пересечения для выявления оптимальной области. Анализируя области допустимых решений при исследовании влияния дисперсных волокон на прочностные характеристики установлена эффективность многоуровневого армирования мелкозернистых бетонов полиакрилонитрильным волокном и модифицированной астраленами базальтовой микрофиброй. При использовании комплекса фибр ПАН+МБМ с соотношением



содержания ПАН и МБМ в диапазоне от 50/50 до 90/10 масс. ч. возможно получить цементные композиты с наиболее высокими значениями прочностных показателей в оптимальной зоне – пределом прочности при сжатии и на растяжение при изгибе 51÷53 и 6,1÷6,3 МПа соответственно.

Низина Татьяна Анатольевна, д.т.н., профессор
E-mail: nizinata@yandex.ru



Нанобиотехнологии

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТОК СЕМЯН РАПСА ПЕРЕД ПОСЕВОМ НАНОПОРОШКАМИ МЕТАЛЛОВ

С.Д. Полищук¹, В.В. Чурилова¹, А.А. Назарова¹, Д.Г. Чурилов¹

1) *Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, svpolishuk@mail.ru, veronicka.churilova@yandex.ru, nanocentr-ark@yandex.ru, churilov.dmitry@yandex.ru*

Мониторинг разработанных нанотехнологических процессов и наноматериалов подтверждает, что применение нанопрепаратов в растениеводстве обеспечивает повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружения и увеличение выхода готовой продукции. Биологической особенностью ярового рапса является его низкая конкурентоспособность с сорными растениями на начальных фазах развития. Во вторую половину вегетации рапс формирует большую надземную массу и уже способен подавлять сорняки, которые угнетают рост и развитие рапса, потребляя из почвы много питательных веществ и влаги, способствуют распространению вредителей и болезней растений и усложняют уход за посевами и уборкой урожая. Применение биопрепаратов на основе наночастиц оказало положительное влияние на энергию прорастания, полевую всхожесть, выживаемость и на все элементы структуры биологического урожая ярового рапса. Все параметры были выше на 8 - 10%, чем в контрольном варианте. Наноструктуры оказали существенное влияние на формирование репродуктивных органов рапса, что свидетельствует об участии металлов в сложных физиологических процессах, протекающих в растительном организме на этапе генеративного развития. Наибольшее количество стручков было сформировано при обработке семян препаратом на основе наночастиц меди в дозах 0,5 и 1,0 г на гектарную норму высева семян, превышение к контролю составляло соответственно 38,6 - 40,8% . Одноразовая обработка семян ярового рапса сорта Ярвэлон нанопорошками приводит к более сильному развитию корневой системы, увеличению фотосинтетической поверхности и увеличению водоудерживающей способности листьев, противостоянию к ряду заболеваний, и как следствие, к повышению урожайности и качеству растительного сырья. Рост урожая (на 14-25%) происходит за счет повышения продуктивности. Уровень рентабельности производства рапса при этом увеличивается с 39,0% в контроле до 66,8-74,5 % в опытных



вариантах. Обработка повышала масличность культуры и качество масла относительно контроля.

На рапсе разрабатывалась методика - использования наноматериалов для более точной и безопасной доставки пестицидов биологическим мишеням. Так как, наночастицы обладают бактерицидными свойствами, они могут дополнять и усиливать традиционные средства защиты. В условиях почвы они постепенно окисляются, создавая на поверхности семян условия, неблагоприятные для обитания патогенной микрофлоры. При этом поражаются (в отличие от растений и живых существ) наименее энергоёмкие оболочки клеток бактерий, лишаящиеся защитных функций и доступа кислорода, в частности, в результате ингибирования ферментов дыхательной цепи. Хорошие результаты получены при использовании нанопорошков меди и оксида меди.

Таблица 1. Сравнительная оценка эффективности действия протравителей семян ярового рапса и нанопорошков

Вариант	Количество повреждений, шт на 100 растений	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай %
НЧ-Cu 0,5 г/га	22	23,8	16,6
НЧ-CuO 0,5 г/га	24	22,6	15,7
Круйзер, к.с., 10 кг/т семян	26	19,5	14,7

Высокая биологическая эффективность обработок семян перед посевом нанопорошками сохранялась до середины цветения культуры, повторной инсектицидной обработки не требовалось, они обеспечили значительную долю сохраненной урожайности. Расширяя ассортимент химических элементов, из которых формируются наночастицы, можно замедлять процессы приспособления вредителей к ядохимикатам, а также воздействовать на популяции, устойчивые к традиционным схемам защиты растений.

Полищук Светлана Дмитриевна, д.т.н., профессор
E-mail: svpolishuk@mail.ru



ВЛИЯНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОТЕОМ ПЕЧЕНИ КРЫС
И.В.Гмошинский, В.А.Шипелин, П.В.Кудан, С.А.Хотимченко

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии, Москва, gmosh@ion.ru

Искусственные неорганические наноматериалы (НМ), такие как наночастицы (НЧ) металлического серебра, диоксидов кремния и титана, оксида алюминия, могут поступать в организм человека с пищевыми продуктами и БАД, в которые они либо преднамеренно вводятся в качестве биологически активных компонентов или пищевых добавок, либо выступают в роли случайных контаминантов (например, мигрирующих из упаковочных материалов). Задача оценки возможного неблагоприятного риска воздействия НМ на организм человека требует установления чувствительных биомаркеров, свидетельствующих о токсическом действии. В экспериментах на системах *in vitro* и *in vivo* большие возможности для этого предоставляют методы протеомики, позволяющие отслеживать изменения содержания в биосубстратах одновременно большого числа функционально значимых белков. По данным исследований, проведенных в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» совместно с ИБМХ им. В.Н.Ореховича, пероральное введение различных видов НЧ в организм лабораторных крыс вызывает изменения в составе протеома микросомальной фракции печени (МФП), которые могут быть соотнесены в ряде случаев с биохимическими и морфологическим показателями, изменениями в уровнях эссенциальных и токсичных микроэлементов в биосубстратах. В эксперименте по 28-суточной пероральной экспозиции крыс наноструктурным диоксидом кремния с удельной площадью поверхности 220 м²/г в диапазоне доз от 1 до 100 мг/кг массы тела (м.т.) при протеомном анализе на 2D-электрофореграммах появилось 5 новых белковых пятен и исчезло 8 белковых пятен, по сравнению с животными контрольной группы. Масс-спектральный (МС) анализ позволил идентифицировать среди белков МФП, биосинтез которых снижается под влиянием НЧ, полипептид GRP78 (78 kD glucose-regulated protein rescursor), принадлежащий к семейству белков теплового шока 70 кДа, обладающий биологической активностью шаперона и локализованный преимущественно в эндоплазматическом ретикулуме и плазматической мембране клеток печени. В результате 28-суточного перорального введения крысам наноструктурного диоксида титана в кристаллической форме анатазы с размером первичных частиц 20-30 нм в дозах от 0,1 до 10 мг/кг м.т. на электрофореграммах МФП появлялось 53 новых белковых пятна и исчезало 19 белковых пятен по сравнению с контролем. По данным МС-идентификации один из экспрессируемых в опытных группах белков был представлен изоформой γ 2 глутатион-S-трансферазы (M=41,55 кД, pI=8,0) - фермента, входящего в систему детоксикации ксенобиотиков в печени. При 29-дневном пероральном введении НЧ оксида алюминия с



размером по большой оси менее 20 нм в дозах 1-100 мг/кг м.т. происходят изменения в биосинтезе ряда белков, входящих в состав МФП, причем один из подавляемых под действием этих НЧ компонентов протеома с установленной биологической функцией является белком протеасомы α type-3 ($M=46,74$ кД, $pI=5,43$), участвующим в обновлении тканевых белков. Протеомные изменения были выявлены в МФП крыс, получавших НЧ серебра в размерном диапазоне 5-80 нм, стабилизированные поливинилпирролидоном, в течение 30 суток внутрижелудочно через зонд, а в последующие 62 суток - с потребляемым кормом. При действии НМ в дозах 0,1; 1,0 и 10 мг/кг м.т. по серебру в составе МФП появлялось, соответственно 8, 6 и 8 белков, отсутствовавших в контрольных группах. Из их числа с высокой степенью достоверности была идентифицирована субъединица 1 активаторного комплекса протеасомы (ген *Psme1*), и белок теплового шока HSP60 (ген *Hspd1*). Одновременно отмечено исчезновение из МФП белка, идентифицированного как α 2a цепь тубулина, ген (*Tuba1b*). Экспрессия каталазы, присутствовавшей в протеоме МФП животных всех групп, была достоверно снижена при дозах НЧ серебра 0,1 и 10 мг/кг м.т. Выявленные изменения в протеоме МФП могут рассматриваться как проявления гепатотоксичности НЧ различных видов и в ряде случаев могут предположительно опосредоваться их влиянием на статус эссенциальных микроэлементов, в частности, селена.

Благодарности. Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (тема ФАНО России № 0529-2014-0053). МС данные были получены в ИБМХ на оборудовании ЦКП «Протеом человека», поддержанного Минобрнауки России.

Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н.
E-mail: gmosh@ion.ru



ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ НА ЖИВОТНЫХ

Г.И. Чурилов¹, А.А. Назарова², Ю.Н. Иванычева¹, И.В. Обидина¹

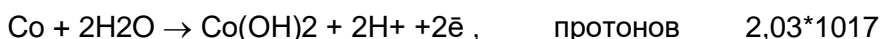
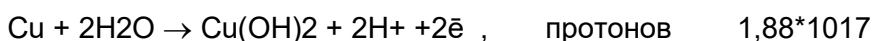
- 1) *Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, genchurilov@yandex.ru, julnic79@mail.ru, inna.obidina@mail.ru*
- 2) *Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, nanocentr-apk@yandex.ru*

Лабораторные мыши традиционно являются модельным объектом, используемым в экотоксикологии, фармакологии и экспериментальной медицине. Анализ воздействия на мышей наночастиц металлов является важным элементом системы оценки экологической безопасности. Была изучена острая и хроническая токсичность нанопорошков металлов (НПМ) железа, кобальта и меди на лабораторных животных, проведено определение класса опасности и их кумулятивности. Опыт проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве» утвержденных МЗ СССР, ВАСХНИЛ, ГУВ Госагропрома СССР (1986), в ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Исследование включало в себя 3 серии опытов на 120 крысах-самцах массой тела 200,0 – 220,0 г. Выбранные дозы представляли дозировки, кратные значению LD50, установленной в остром опыте для перорального введения – 6710,5 мг/кг (железо), 7000,0 мг/кг (медь) и 1233,3 мг/кг (кобальт). Суспензию вводили ежедневно в течение 5 суток в желудок с помощью зонда, каждые в 5 дней увеличивали дозировку в 1,5 раза. Параметры токсического действия нанопорошков металлов (LD16, LD50, LD84) вычислялись с помощью метода Миллера-Тейннера. С учетом установленного значения LD50, согласно общепринятой гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76) нанопорошки железа и меди относятся к 4 классу опасности, нанопорошок кобальта к 3 классу. Коэффициент кумуляции (Ккум) для нанопорошков: железа - 5,1; меди - 5,7; кобальта - 4,0. По стандартной классификации кумуляция НП железа и меди является слабовыраженной, а кобальта - умеренной согласно ГОСТ 12.1.007 «ССБТ. Вредные вещества». Таким образом, нанопорошки металлов железа, меди и кобальта можно использовать в качестве добавок в рацион животным. Были отработаны наиболее эффективные дозы препаратов: для НП железа – 0,08 мг/кг; для НП меди – 0,04 мг/кг; для НП кобальта – 0,02 мг/кг живой массы в сутки.

В ходе эксперимента по определению работоспособности опытных животных (относительно контроля) оценивали и физическую выносливость по длительности



плавания до полного утомления, критерием которого являлось 10 секундное пребывание животного под водой. Было выявлено, что эффективнее повышает работоспособность нанопорошок кобальта в отличие от меди. Расчеты показывают при взаимодействии с водной средой кобальта образуется большее число протонов, которые влияют на синтез молекул АТФ.



После проведения теста крысы были отправлены на вскрытие. У крыс из каждой группы была взята печень для дальнейшего исследования накопления нанопорошков в данном органе, а также производился забор крови из задней полой вены для проверки уровня АСТ и АЛТ. Поиск мест локализации НМ в тканях сердца, легких, пищевода, желудка, кишечника, печени, почек, тимуса, селезенки, семенников с помощью ПЭМ не дал результатов, что, вероятно, свидетельствует о биодеградации НМ под действием каталитически активных пероксидаз.

Производственный опыт подтвердил возможность использования в животноводстве. Для введения НП металлов в рацион комбикорм обрабатывали водной суспензией препаратов из расчета 4 г на 1 тонну комбикорма. Введение в рацион телок голштинской породы нанопорошков кобальта и меди в первый год жизни повышает рост живой массы, улучшает картину крови, стимулирует усвоение питательных веществ рациона и активизирует процессы минерального и липидного обменов опытных животных. Так, у бычков через 12 месяцев после начала опыта прирост живой массы при использовании НП железа составил 16,9%, кобальта – 13,9%, меди – 11,5%. У телок через 10 месяцев после начала опыта прирост массы по отношению к контролю составил для НП кобальта - 7,8%, НП меди - 3,7%.

Чурилов Геннадий Иванович, д.б.н., профессор
E-mail: genchurilov@yandex.ru



**ВОЗДЕЙСТВИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК
НА ОРГАНИЗМ КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ**
В.А.Шипелин, И.В.Гмошинский, Н.А.Ригер, С.А.Хотимченко

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии, Москва, gmosh@ion.ru

Одностенные углеродные нанотрубки (ОСУНТ) производятся в промышленных масштабах и используются в микроэлектронике, при изготовлении токопроводящих покрытий, композитных материалов, в качестве носителей фармакологических препаратов и др. Оценка риска ОСУНТ требует учета всех сценариев его поступления в организм человека, в том числе через воду и пищевую продукцию. Сведения о биологических эффектах ОСУНТ при поступлении в желудочно-кишечный тракт в литературе практически не представлены. Целью исследования явилось изучение в экспериментах продолжительностью 92 суток ряда показателей и маркеров, характеризующих биологическое действие ОСУНТ на организм лабораторных крыс при введении с питьевой водой. Материалы и методы. В работе использован аттестованный препарат ОСУНТ производства фирмы ООО «Углерод-ЧГ» (Россия, МО, г. Черноголовка), состоящий более чем на 90% из ОСУНТ диаметром 1,5 нм и длиной, превосходящей 1000 нм. Для получения его стабильных водных дисперсий использовали метод, апробированный ранее на препарате многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ), и состоящий в обработке ультразвуком в присутствии носителя - 1% по объёму «Tween-20». Исследования на животных были проведены в соответствии с Российскими и международными требованиями надлежащей лабораторной практики. В первом эксперименте использовали крыс самцов линии Wistar исходной массой 80 г, которые получали в течение 92 суток дисперсии ОСУНТ или носитель (контрольная группа) вместе с питьевой водой. Объёмы потребляемой жидкости ежедневно измеряли и рассчитывали дозу ОСУНТ, которая составила в опытных группах животных (со 2-й по 5-ю), 0,01; 0,1; 1,0 и 10 мг/кг массы тела (м.т.) соответственно. По окончании эксперимента изучали интегральные, гематологические, биохимические, иммунологические (уровни цитокинов и хемокинов) показатели, апоптоз клеток печени по стандартным методикам. Во втором эксперименте продолжительностью 28 суток изучали влияние ОСУНТ на гематологические и иммунологические показатели крыс, парентерально иммунизированных куриным овалбумином. Результаты. В ходе 1-го эксперимента животные опытных групп равномерно прибавляли в массе тела, значительных различий в относительной массе внутренних органов не выявлено. На 92-е сутки в группе 5 отмечено достоверное ($p < 0,05$) снижение проницаемости кишечного барьера для белковых макромолекул, по сравнению



с контролем (аналогичный эффект был выявлен нами ранее для МУНТ). Оценка биохимических показателей показала небольшое по абсолютной величине, но достоверное снижение уровня в плазме крови мочевой кислоты в группе 3, общего холестерина в группах 4 и 5, триглицеридов в группе 2, экскреции креатинина в группе 5. В группе 3 отмечено снижение числа клеток печени на ранней стадии апоптоза в сравнении с контролем. Все перечисленные изменения не могли быть интерпретированы как вредные (токсические). С другой стороны, в группах 2 и 5 была снижена экскреция селена с мочой, в группах со 2-й по 4-ую - активность селензависимой глутатионпероксидазы эритроцитов, в группе 2 содержание глутатиона в печени, что указывает на возможное ухудшение обеспеченности селеном. Наиболее выраженные сдвиги гематологических показателей отмечались в группе 2 и затрагивали относительные количества лимфоцитов, нейтрофилов и базофилов. Изменения различной направленности выявлены в уровнях цитокинов и хемокинов, среди которых из общего числа 26 изученных показателей наибольшее число достоверных (при $p < 0,05$) изменений было характерно для группы 3, а наименьшее - для группы 2. Во 2-ом эксперименте для ряда цитокинов и хемокинов (IL-5, IL-7, MCP-1, MIP-1a, GRO(KC)) направленность сдвигов под действием ОСУНТ была противоположной у интактных и иммунизированных животных. Заключение. При пероральном введении ОСУНТ оказывают воздействие на различные интегральные, биохимические, гематологические и иммунологические показатели организма животных, причём выраженность ряда этих эффектов оказывается выше при низких дозах наноматериала, чем при высоких. Это, предположительно, может быть связано, в том числе, с зависящими от концентрации ОСУНТ эффектами их агрегации в желудочно-кишечном тракте, препятствующими высвобождению и системной транслокации индивидуальных нанотрубок. Аналогичный вид зависимости доза-эффект был ранее показан также для МУНТ в ряде исследований.

Благодарности. Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (тема ФАНО России № 0529-2014-0053).

Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н.
E-mail: gmosh@ion.ru



ВОДНЫЕ ЗОЛИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО НАНОКРЕМНЕЗЕМА, УРОЖАЙНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР И ЕГО КАЧЕСТВО

В.Н. Зеленков¹ В.Н. Петриченко¹, Ю.В. Чугунов¹, Л.К. Говоркова¹, М.И. Иванова¹,
А.Ф. Бухаров¹, А.В. Литнецкий¹, И.Н. Штыров¹, А.А. Лапин², В.В. Потапов³,
В.А. Сивашенко³ Н.Л. Воропаева⁴ В.В. Карпачев⁴

1) ФГБНУ ВНИИ овощеводства, д. Верея Раменского района Московской области

2) ФГБОУ ВПО Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

3) ФГБНУ Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, г.
Петропавловск-Камчатский

4) ФГБНУ ВНИИ рапса, г.Липецк, bionanotex_1@mail.ru

Актуальной проблемой в сельском хозяйстве остается научный поиск путей повышения урожайности различных культур и качества получаемой продукции. В этом направлении несомненный интерес представляет использование для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений современных экологически чистых продуктов нанотехнологий, а, именно.

В данной работе изучено влияние кремнийсодержащих (нано)препаратов на основе наночастиц кремнезема природного гидротермального происхождения на различные культуры для переработки в продукты «зеленых технологий» для диетического и детского питания.

Для испытаний использовали нанокремнезем, полученный ультрафильтрационным концентрированием и очисткой от примесей термальной природной воды в ООО НПФ «Наносилика» (г. Петропавловск-Камчатский) [1], который характеризовался полидисперсностью составляющих его наночастиц с преобладанием размеров 10-20 нм.

Выявлено, что однократная внекорневая обработка зелени горчицы сарептской золями нанокремнезема независимо от сортовой ее принадлежности позволяет целенаправленно воздействовать как на биометрические характеристики растений, интенсифицируя фотосинтез зеленой массы растений, так и, как следствие, влиять на продуктивность растений, а также на целевой показатель эффективности агропроизводства – урожайность. Показано увеличение урожайности на 53,2 % (по сравнению с контролем, НСР05 = 0,15 кг/м²).

Установлена возможность увеличения биометрических показателей капусты брокколи, фотосинтетического потенциала растений, урожайности на 13,5 % в эксперименте с наноразмерным кремнеземом гидротермального происхождения.

Выявлено увеличение биометрических показателей растений лука-слизуна с



увеличением урожайности на 16,8 % и показана зависимость ростстимулирующего эффекта от используемой концентрации гидротермального нанокремнезема при внекорневой подкормке вегетирующих растений.

Показано, что внекорневая обработка амаранта гидротермальным нанокремнеземом позволяет улучшать качество зеленой массы и семян амаранта (сорт «Липецкий») по целевым компонентам химического состава: жир, сахара, крахмал, белок с увеличением содержания в масле амаранта сквалена с максимальным увеличением урожайности на 68,0%.

Получен положительный эффект применения нанокремнезема в форме геля и порошка совместно с комплексным удобрением (диафосфат плюс мочевины) с повышением урожайности картофеля (сортов Фрезко (ранний) и Сантэ (средне-ранний)) на 15 % по сравнению с контролем.,

Установлена возможность изменения химического состава плодов кабачка гибрида Белогор F1 по отношению к стандартной технологии его выращивания за счет применения гидротермального нанокремнезема при внекорневой подкормке, способствующей увеличению сухого остатка, сахаров, витамина С до 33,6 %, 14,6 % и 20,5 % соответственно.

Таким образом, показана возможность использования препаратов на основе нанокремнезема для обработки семян и вегетирующих растений как одна из целесообразных экологически целесообразных альтернатив химическим средствам защиты растений.

Литература

1.Потапов В.В., Зеленков В.Н., Горбач В.А., Кашпура В.Н., Мин Г.М. Извлечение коллоидного кремнезема из гидротермальных растворов мембранными методами. – М.: РАЕН, -2006. -228 с.

Воропаева Надежда Леонидовна, д.х.н., проф.
E-mail: bionanotex_l@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru



ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ НАНОКРЕМНЕЗЕМ И ПРОБЛЕМЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

А.А. Лапин¹, Ю.В. Чугунов¹, Л.К. Говоркова¹, М.Л. Калайда¹, В.В. Потапов², В.А. Сивашенко³,
В.Н. Зеленков⁴, Н.Л. Воропаева⁵, В.В. Карпачев⁵

1) ФГБОУ ВПО Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

2) ФГБНУ Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

3) ФГБНУ ВНИИ сельского хозяйства, п. Сосновка Камчатский край

4) ФГБНУ ВНИИ овощеводства, д. Верея Раменского района Московской области

5) ФГБНУ ВНИИ рапса, г. Липецк, bionanotex_1@mail.ru

Как известно, приоритетными в настоящее время являются бионанотехнологические новации в сельскохозяйственном производстве с использованием в качестве основы для получения различных биологически активных продуктов для нужд растениеводства, птицеводства, животноводства, ветеринарии и медицины новых нанопрепаратов. При этом оценка экологической безопасности новых нанопродуктов является актуальной задачей при продвижении препаратов в аграрный сектор народного хозяйства страны. Особенно этот вопрос актуален для представителей аквакультур открытых водоемов при масштабном использовании новых нанопрепаратов в условиях открытого грунта при различных технологиях обработки растений.

В работе проведены результаты тестирования образцов нанодисперсного кремнезема (НДК) из гидротермальных растворов теплоносителей геотермальных электрических станций по токсикологическому воздействию на рачков дафний *Daphnia magna* Straus по аттестованной методике и изучения влияния этих нанопрепаратов на рост и развитие молодняка и крупного рогатого скота.

Стабильные водные золи нанокремнезема (НДК) получали из гидротермальных растворов на основе их баромембранного концентрирования из жидкой фазы гидротермального теплоносителя (сепаратов) скважины Мутновской геотермальной электрической станции (ГеоЭС) на Камчатке [1]. Бiotестирование образцов, содержащих НДК, проводили по методике МВИ 4 – 2010, анализируя смертность рачков дафний *Daphnia magna* Straus [3], с помощью устройства для экспонирования рачков УЭР-03 в климатостате В-2 при температуре 25 °С, как описано в работе [2]. Гелевая форма нанокремнезема многократно испытывалась на многих живых объектах (растения, простейшие, насекомые, лабораторные животные) и показала свою безвредность и экологическую безопасность для окружающей среды.



Проведенные исследования показали, что гидротермальный нанокремнезем не оказывает токсического действия на дафний в водной среде и может быть использован в качестве биологически активной добавки для использования в составе различных форм (нано)препаратов для сельскохозяйственного производства.

Кроме того, при применении кормовой добавки в гелевой форме гидротермального нанокремнезема можно увеличить как товарный медосбор, так и выход побочной продукции пчеловодства (пчелиный воск и пыльцу) от одной пчелосемьи. При этом при подкормке пчел гидротермальный нанокремнезем оказывает лечебно-профилактическое действие против варророза, укрепляет их резистентность, силу и продуктивность пчелосемей. льного

Гидротермальный нанокремнезем в виде геля может быть рекомендован для рационального кормления молодняка крупного рогатого скота, что способствует увеличению их живой массы максимально на 9,18% по сравнению с контролем. Нанокремнезем оказывает положительное влияние на морфологическую зрелость телок и на их воспроизводительную функцию, как часть общей физиологической зрелости. К 36-ти месячному возрасту от животных всех опытных групп (100%) был получен здоровый достаточно крупный приплод, имевший живой вес 28,5 - 31,5 кг. В контрольной группе в это время отелилась лишь половина (50%) животных и был получен приплод, имевший живой вес 24,0 – 26,0 кг.

Таким образом, гидротермальный нанокремнезем не оказывает токсического действия на дафний в водной среде и на пчел, что позволяет его применять в качестве биологически активной добавки в составе различных форм препаратов для сельскохозяйственного производства.

Литература

1.Потапов В.В., Зеленков В.Н., Кашпура В.Н., Горбач В.А., Мурадов С.Н. Получение материалов на основе нанодисперсного кремнезема гидротермальных растворов – М.: РАЕН, -2010.-296с.

2.Моргалев Ю.Н., Моргалева Т.Г., Григорьев Ю.С. Методика определения индекса токсичности нанопорошков, изделий из наноматериалов,нанопокровтий, отходов и осадков сточных вод, содержащих наночастицы, по смертности тест-организма *Daphnia magna* Straus. МВИ 4-2010. Свидетельство об аттестации № 4-10 от 27.07.2010. ГОУ ВПО «ТГУ». -Томск. -2010. -34с.

Воропаева Надежда Леонидовна, д.х.н., проф.,
E-mail: bionanotex_1@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru



ДИНАМИКА АККУМУЛЯЦИИ ПОЛЮТАНТОВ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Д.Г. Чурилов¹, С.Д. Полищук¹, Г.И. Чурилов²

1) *Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, churilov.dmitry@yandex.ru, svpolishuk@mail.ru*

2) *Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, genchurilov@yandex.ru*

Существующие проблемы в области использования наноматериалов в биологических объектах связаны с несколькими факторами, в том числе:

- отсутствием четкого механизма действия наночастиц на живые объекты;
- трудности с визуализацией и определением кинетики миграции наночастиц в биологических жидкостях, тканях, органах и в организме в целом;
- с малой изученностью экологической безопасности наноматериалов.

Нами детально исследовано влияние наноматериалов на биологические объекты: деградация наночастиц при взаимодействии с биологическим материалом; их влияние на метаболические процессы в организмах; разработаны методы, позволяющие получать эту информацию, что может стать основным инструментом диагностики и оценки механизма нанотехнологий. Полученная информация о свойствах наноматериалов, включает в себя данные о физико-химической, молекулярно-биологической, цитологической, физиологической, токсикологической и экологической характеристике наноматериалов. Результаты получены с использованием адекватных методов исследования, подтвержденных с принятыми в соответствующих областях критериями достоверности. Большая удельная поверхность НЧ повышает химический потенциал на межфазных границах и приводит к аномальному увеличению растворимости и реакционной способности. Благодаря высокой удельной поверхности НЧ могут адсорбировать значительное количество контаминантов других химических соединений и транспортировать их внутрь клетки. Ранее нами показано, что наночастицы железа, кобальта и меди практически не накапливаются в продуктах растениеводства и овощеводства. Однако в процессе роста и развития растений содержание некоторых металлов значительно изменяется. Было определено количество поллютантов и эссенциальных металлов, как в зеленой массе, так и в семенах опытных растений в разные фазы вегетации (кукуруза, пшеница, рапс). В течение развития растений изменения концентраций поллютантов – кадмия и свинца отличались разной направленностью. Содержание свинца к началу цветения кукурузы в стеблях растений, семена которых



подвергали предпосевной обработке, было выше, чем в контроле в 1,8 раз, а кадмия - в 4,3 раза меньше. В листьях контрольной группы свинца было меньше, чем в опытной в 1,5 раза, а кадмия в 1,2 раза. К завершению развития растений, по достижении кукурузой восковой спелости концентрация всех анализируемых элементов значительно уменьшилась. Наиболее интенсивно уменьшалось содержание химических элементов от вегетативных органов к семенам у растений, семена которых подвергали обработке. Содержание железа в семенах этих растений было меньше, чем в контроле в 2,6 раза, марганца – в 2,3, меди – в 1,3, свинца – в 1,4, кадмия – в 1,6 раза и кобальта в 1,2 раза.

Таким образом, нанопорошки влияют на динамику аккумуляции поллютантов и эссенциальных элементов в процессе роста и развития растений. Направленность и диапазон этих изменений существенно варьируются в онтогенезе кукурузы. Но к завершению развития растений под влиянием нанометаллов происходит уменьшение кобальта, железа, меди, марганца, кадмия и свинца в зерне созревающей кукурузы. Результаты исследования показали, что массовая доля в зольном остатке тяжелых поллютантов (Pb, Cd) при обработке семян перед посевом нанопорошками меди и кобальта, существенно ниже ПДК, и находится за пределами нижней границы нормального содержания металлов для растений Рязанской области (для свинца - 0,1-5 мг/кг, для кадмия 0,05 – 0,2 мг/кг).

Не увеличивается содержание металлов и в почве после обработки семян перед посадкой. Отсутствие накопления металлов в почве обусловлено высокой проникающей способностью наночастиц в семена растений. Полученные данные свидетельствуют об экологической безопасности применения наночастиц биогенных металлов железа, меди и кобальта для предпосевной обработки семян.

Чурилов Дмитрий Геннадиевич, к.т.н., доцент
E-mail: churilov.dmitry@yandex.ru



ИДЕНТИФИКАЦИЯ НАНО КОНЦЕНТРАЦИЙ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Ю.Р. Шалтаева¹, Л.Н. Патрикеев¹, В.В. Беляков¹, А.А. Головин¹, В.К. Васильев¹,
Е.А. Громов¹, Е.К. Малкин¹, И.А. Иванов¹, М.А. Матуско¹, В.С. Першенков¹,
Ф.Ю. Копылов², А.Л. Сыркин², П.Ш. Чомахидзе², А.А. Быкова², Л.К. Малиновская²

1) *Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, YRShaltayeva@mephi.ru*

2) *ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, lumalin@mail.ru*

В структуре смертности населения первые места занимают сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. Только при раннем обнаружении этих заболеваний возможно сохранение жизни и здоровья. Существующие методы обследования (рентген, УЗИ, лабораторные и т.д.) обнаруживают структурные, то есть поздние, изменения. Нет простых и доступных средств ранней диагностики, с помощью которых можно отследить функциональные (ранние) признаки болезни и выбрать стратегию терапии. Перспективным методом диагностики является анализ выдыхаемого воздуха.

Через легкие выделяются тысячи летучих органических соединений (ЛОС), образующихся в ходе реакций обмена веществ, происходящих как в легочной ткани, так и во всем организме человека. Методами спектроскопии и масс-спектропии (МСМ) удалось выделить более 120 тысяч таких веществ в выдыхаемом воздухе в диапазоне концентраций от ppm до ppt. Состав выдыхаемого воздуха зависит от состояния здоровья человека. На основе анализа литературы [1-4] выделено несколько целевых веществ, наиболее вероятных биомаркеров сердечно-сосудистых заболеваний: оксид азота (NO), окись углерода (CO), пентан, изопрен, ацетон. Например, отмечалось увеличение содержания ацетона в выдохе у больного сахарным диабетом и сердечно-легочной недостаточности в 20 раз (28 мг/м³), а этанола в 27 раз (5,5 мг/м³) по сравнению с здоровым.

В текущей медицинской практике анализ биомаркеров осуществляется на протяжении длительного времени в условиях лабораторий с использованием дорогостоящих и крупногабаритных установок, таких как масс-спектрометры, требующих высококвалифицированного обслуживания. Диагностическая система на основе спектрометрии ионной подвижности (СИП) позволит по анализу выдыхаемого воздуха или



других естественных выделений человека диагностировать заболевания сердечно-сосудистой системы, канцерогенез, сахарный диабет, хроническую обструктивную болезнь легких, окислительный стресс, инфицирование патогенными микроорганизмами, а также контролировать состояние больного. Высокая чувствительность метода, широкий диапазон распознаваемых веществ, возможность работы при атмосферном давлении, компактность, относительно низкая стоимость и простота обслуживания прибора, а также накопленный опыт производства в РФ открывают возможность создания не дорогого медицинского спектрометра.

В данной работе описывается система на основе спектрометра ионной подвижности и поли капиллярной хроматографической колонки для идентификации нано концентраций летучих органических веществ, для неинвазивной диагностики заболеваний.

Литература

1. Turner C, Walton C, Hoashi S, Evans M. Breath acetone concentration decreases with blood glucose concentration in type I diabetes mellitus patients during hypoglycaemic clamps. *J Breath Res.* 2009 Dec;3(4):046004. Epub 2009 Dec 2.
2. Pabst F, Miekisch W, Fuchs P, Kischkel S, Schubert JK. Monitoring of oxidative and metabolic stress during cardiac surgery by means of breath biomarkers: an observational study. *J Cardiothorac Surg.* 2007 Sep 18;2:37
3. Capodicasa E, Brunori F, De Medio GE, Pelli MA, Vecchi L, Buoncristiani U. Effect of two-hour daily hemodialysis and sham dialysis on breath isoprene exhalation. *Int J Artif Organs.* 2007 Jul;30(7):583-8.
4. Fuchs D, Jamnig H, Heininger P, Klieber M, Schroecksnadel S, Fiegl M, Hackl M, Denz H, Amann A. Decline of exhaled isoprene in lung cancer patients correlates with immune activation. *J Breath Res.* 2012 Jun;6(2):027101.

Шалтаева Юлия Ринатовна
E-mail: YRShaltayeva@mephi.ru



**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ
МИКРОИНКАПСУЛИРОВАННОГО 4,5-ДИХЛОР-2-N-ОКТИЛ-4-
ИЗОТРИАЗОЛИН-3-ОН ПРОТИВ БИООБРАСТАНИЯ**

С.Б.Айдарова^{1,2}, А.Б.Исаева¹, А.А.Шарипова¹, К.Н.Ибрашев², М.Т.Габдуллин²,

Д.²Григорьев

1) *Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И.Сатпаева, Алматы*

2) *Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан*

Нанотехнологические направления ведут к революционным успехам в материаловедении, медицине, электронике, машиностроении. С помощью нанотехнологий можно очищать нефть и победить многие вирусные заболевания, бороться с микробиологическим загрязнением, можно контролировать экологическую обстановку на территории и др.

Перспективой одного из направлений нанотехнологий является разработка экономичных и экологичных новых нанодисперсных материалов. К числу таких материалов относятся самозалечивающиеся полимеры, самозащищающие антимикробные покрытия и т.д.

Для предотвращения и защиты от биологического загрязнения для внутренних помещений учреждений, а также для объектов и оборудования применяются различные антимикробные покрытия.

В работе были изучены свойства и антимикробная активность микроинкапсулированного 4,5-дихлор-2-н-октил-4-изотриазолин-3-он (DCOIT) против биобластания.

Были определены данные по распределению наноконтейнеров по размеру, полученные методом динамического светорассеяния, Дзета-потенциал наноконтейнеров, скорость высвобождения биоцида из наноконтейнеров с оболочкой из наночастиц диоксида кремния и ядром из замещенного полиметакрилата с включенным в него DCOIT.

Для проверки антимикробного действия покрытий, содержащих наноконтейнеры с оболочкой из наночастиц диоксида кремния и ядром из замещенного полиметакрилата с включенным в него DCOIT, были проведены тесты антимикробной активности модельных покрытий с этими наноконтейнерами.

Было определено, что введение в систему инкапсулированного биоцида заметно уменьшает скорость роста колоний микрогрибка (*Aspergillus niger*), даже по сравнению с тем же количеством биоцида, введенного в систему в свободном виде. К столь же



положительным результатам приводит использование инкапсулированного биоцида для подавления роста колоний бактерий *Bacillus cereus*.

Установлен однозначный позитивный эффект инкапсуляции биоцида DCOIT в наноконтейнеры, подтвержденный статистически достоверными тестами биологической активности.

Айдарова Саулеша Байляровна, д.х.н., профессор
E-mail: ainano9999@gmail.com

КОРРЕЛЯЦИИ НАНОПРОЦЕССОВ В ПИТАНИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ РАСТЕНИЙ

Н.В. Классен¹, А.А. Кудинова²

1) *Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка; klassen@issp.ac.ru*

2) *Физмат лицей, Сергиев Посад*

На прошлогодней конференции НОР мы сообщали о существенной роли электрических и электромеханических процессов в жизнедеятельности и растений, и человеческих организмов. Это обусловлено, в первую очередь, аномально высокой диэлектрической проницаемостью воды – которая составляет основную часть объема всех биосистем – и сильными пьезоэлектрическими эффектами в биополимерах, образующих их мягкие и твердые ткани. В частности, за счет возбуждения пьезоэлектрических полей и электромеханических волн в микрокапиллярах растений и млекопитающих происходит транспортировка питательных веществ, необходимых для их существования. Важно подчеркнуть, что эффективный диапазон действия связанных с этими процессами электрических полей характеризуется наноразмерами. Например, за счет электрической поляризации границ между гидратированной водой, присоединенной к содержащимся в воде наноконпонентам, и свободной водой образуются связанные пары противоположно заряженных частиц или молекул, имеющие наноскопические размеры. Такие пары по причине относительно больших масс и межчастичных расстояний, намного превышающих межатомные, имеют низкие частоты резонансных колебаний в диапазоне от долей герца до сотен герц. Такими колебаниями излучаются низкочастотные электрические поля, которые способны обеспечить хорошо скоррелированные взаимодействия между аналогичными парами нанообъектов, удаленными друг от друга на расстояния, значительно превышающие их собственные размеры. Нами наблюдалось



несколько экспериментальных фактов, свидетельствующих о такого рода корреляциях. При измерениях электрических потенциалов и токов, генерируемых в зеленых листьях освещением красного лазера, обнаружались резкие скачки этих величин на несколько порядков в течение долей секунды. Хорошо известно, что электрическая поляризация зеленых тканей растений при поглощении света происходит за счет разделения зарядов в органеллах хлоропластов, основу которых составляют молекулы хлорофилла. Скачки тока и потенциала в каждом отдельно взятом хлоропласте происходят, когда накопленная в нем поляризация превышает определенное пороговое значение. Но, так как в освещаемой лазером зоне зеленого листа содержатся тысячи хлоропластов, происходящие случайно нескоррелированные скачки потенциалов при реполяризации каждого из них не могли бы дать наблюдаемые экспериментально макроперепады потенциала амплитудами порядка вольт. Такое становится возможным, если реполяризация одного хлоропласта вызывает лавинную реполяризацию всех остальных, что может быть обусловлено тем, что вызванные реполяризацией резонансные колебания входящих в хлоропласт компонентов генерируют аналогичные процессы и в других хлоропластах за счет их взаимобмена низкочастотными резонансными электрическим полями. Синхронизированные во времени лавинообразные переключения в водных суспензиях агрегатов наночастиц под действием низкочастотных электрических полей резонансных частот наблюдались нами для нескольких вариантов составов (агломераты с участием наночастиц двуокиси кремния, титанатов бария и свинца, биополимеров коллагена, ДНК, хитозана).

Еще один пример дальнедействующей электрической корреляции наблюдался при освещении красным лазером участка зеленого листа на растущем побеге фасоли. У основания стебля на расстоянии 20 см от облучаемого листа сформировался электропотенциал в десятую вольт. А через три дня после облучения не только лист, но и весь побег пожелтели в то время как и стебель, и другие побеги фасоли остались зелеными. Отсюда можно заключить, что интенсивный распад хлоропластов в облучаемой зоне распространил электрические сигналы по всему растению, что привело к отмиранию дефектного побега. Расшифровка молекулярных нанопроцессов этого явления требует дополнительных исследований, но дальнедействующая корреляция распадов хлоропластов на расстояниях в несколько сантиметров от облученных налицо.

Лавинообразные корреляции в реполяризациях хлоропластов при поглощении ими света приводит, по крайней мере, к двум существенным явлениям. Во-первых, сильный импульс электропотенциала запускает от зеленых побегов пакет электромеханических волн, распространяющуюся к стволу и к корням и переносящую туда продукты



фотосинтеза, формирующиеся в листьях и необходимые для роста древесной массы. Во-вторых, скоррелированные перепады электрической поляризации зеленой кроны индуцируют переменное электрическое поле, образуя бесконтактный источник электроэнергии.

Кудинова Анна Александровна
E-mail: annushku@gmail.co

НАНОМАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ ПЕРВИЧНЫХ ОТХОДОВ МАСЛИЧНЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР, С ДЕТОКСИЦИОННОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Н.Л. Воропаева, Н.И. Богданович², В.М. Мухин³, Ю.Я. Спиридонов⁴,
К. Хваюзова (Романенко)², А.П. Глинушкин⁴, В.В. Карпачев¹

- 1) *ФГБНУ ВНИИ рапса, г.Липецк; e-mail: bionanotex_1@mail.ru*
- 2) *Северный Арктический федеральный университет САФУ, г.Архангельск*
- 3) *ОАО «ЭНПО «Неорганика», г.Электросталь*
- 4) *ФГБНУ ВНИИ фитопатологии, г.Большие Вяземы*

В настоящее время, как известно, резко обострилась проблема использования и утилизации образующихся отходов за счет резкого наращивания темпов экономического развития человечества. Крайне нерационально используются углеродсодержащие растительные сельскохозяйственные ежегодно возобновляемые отходы, в том числе и солома, а также другие побочные продукты растениеводства. В то же самое время они могут являться источником получения новой ценной продукции малотоннажной химии с комплексом заданных свойств.

Нами получены новые наноструктурные материалы - активные угли (АУ) на основе переработки первичных отходов растительного сырья - соломы рапса, как одной из возможных альтернатив утилизации невостребованных для других целей этих сельхозостатков. Выявлено влияние технологических параметров (температуры термохимической активации, продолжительности процесса и дозировки активирующего агента) на характеристики полученных методом термохимической активации с помощью планирования эксперимента АУ [1]. Показано, что адсорбционные свойства полученных АУ по йоду и метиленовому голубому в 3 и более раз превышают требования, предъявляемые



к промышленно выпускаемым АУ подобного класса, полученным методом парогазовой активации [2]. Положительное влияние на сорбцию оказывает увеличение времени проведения активации. С повышением температуры термохимической активации сорбция несколько снижается, а значит, ее необходимо поддерживать при промышленной реализации процесса на нижнем уровне (650°C), что является, несомненно, экономически выгодным. Дозировка реагента в изученных интервалах варьирования практически не оказывает влияния на свойства получаемых АУ и поэтому ее можно поддерживать на минимальном уровне, что является также чрезвычайно важным с экономической точки зрения.

Кроме того, показано положительное влияние на формирование площади удельной поверхности АУ продолжительности проведения процесса активации. Повышение температуры термохимической активации в изученных интервалах варьирования практически не оказывает влияния на формирование площади удельной поверхности АУ. Выявлена неоднозначная взаимосвязь влияния дозировки активирующего агента и продолжительности процесса на формирование поверхности мезопор АУ. Так, при низкой дозировке с повышением продолжительности процесса удельная поверхность АУ резко возрастает до 2000 м²/г и, наоборот, при высокой дозировке с повышением продолжительности активации значение площади формирующейся удельной поверхности АУ резко снижается. Показано, что адсорбционные свойства АУ как по метиленовому голубому, так и по йоду зависят от их общей удельной поверхности, а также от общего объема пор и объема микропор, однако эти зависимости не являются линейными, что свидетельствует о несколько более сложной корреляции указанных параметров между собой для АУ.

Выявлена эффективность полученных АУ в лабораторных, вегетационных (лаборатория искусственного климата) и полевых опытах в детоксикационных технологиях АПК [3]. Предпосевная обработка семян полученными АУ способствует активизации ростовых процессов и прибавке урожая рапса на 24,60%.

Литература

1. Богданович Н.И., Хваюзова (Романенко) К., Воропаева Н.Л. Новые наноматериалы, полученные из соломы масличных капустных культур //Сборник статей Международной научно -практической конференции . «Единство и идентичность науки: проблемы и пути решения». -Ч.1 - Стерлитамак: АМИ, 2018. С.31-33.
2. Mukhin, V.M., Voropaeva, N.L., Bogdanovich, N., ..., Spiridonov, Ju.Ja. Vegetable waste as perspective raw materials for the production of carbon adsorbents. Inzynieria Mineralna. – 2016. - 17 (2). - pp. 241-245.



3. Spiridonov J.J., Mukhin V.M., Karpachev V.V., Gorshkov V.I., Gorshkova E. K., Voropaeva N.L., Shachenev N.V., Figovsky O.L. Soil Detoxication by the Means of Activated Carbon in Breeding Process// International Letters of Natural Sciences.-2017.- Vol. 62, pp 28-34.

Исследования проведены в рамках задания на выполнение НИР 0634-2014-0016 «Разработать инновационную технологию получения новых функциональных (нано)материалов для АПК из ежегодно возобновляемых сельскохозяйственных отходов масличных капустных культур».

Воропаева Надежда Леонидовна, д.х.н., проф.
E-mail: bionanotex_l@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ *IN VITRO* ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ pH-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЛИПОСОМ С САНГВИНАРИНОМ

С.В. Луценко¹, О.И. Гудкова¹, В.В. Каширин¹, Н.Л. Омерова¹, Т.И. Громовых¹,
Н.Б. Фельдман¹

1) ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

Сангвинарин представляет собой растительный бензофенантридиновый алкалоид растительного происхождения, проявляющий противоопухолевую, противовоспалительную и ряд других активностей. Для увеличения эффективности терапевтического действия сангвинарин был введен в состав pH-чувствительных липосом методом дистанционной загрузки с использованием цитрата аммония. Средний диаметр полученных липосом составлял $144,8 \pm 2,3$ нм; дзета-потенциал $-16,3 \pm 1,5$ мВ, степень включения сангвинарина в липосомы 68,7%. Высвобождение сангвинарина из липосом имело пролонгированный характер; наиболее низкий уровень высвобождения наблюдался в среде с pH 7,4, наиболее высокий – при pH 5,5, что может быть полезным для предотвращения выброса действующего вещества в кровотоке и, наоборот, активации его высвобождения в зоне опухолевого роста.

Цитотоксическая активность липосомного сангвинарина в отношении опухолевых клеток эпидермоидной карциномы человека линии A431 (IC₅₀ 9,5 мкМ) значительно превышала активность в отношении нормальных эпидермальных кератиноцитов ННЕК



(IC₅₀ 25,1 мкМ). Препарат также вызывал эффективную дозозависимую индукцию апоптоза в опухолевых клетках A431, в то же время не оказывая влияния на нормальные клетки. Таким образом, липосомный сангвинарин может рассматриваться в качестве перспективного противоопухолевого агента, действующего на опухолевые клетки путем индукции апоптоза и проявляющего низкую цитотоксичность в отношении нормальных клеток человека.

Луценко Сергей Викторович, д.б.н., профессор
E-mail: svlutsenko57@mail.ru

ПРЕПАРАТЫ НА НАНОНОСИТЕЛЯХ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АГРОСИСТЕМ

О. Бредихина¹, Г.Н. Никонова¹, Н.Л. Воропаева², В.В. Карпачев²

1) ФГБОУ ВО ЛГПУ, г.Липецк

2) ФГБНУ ВНИИ рапса, г.Липецк, bionanotex_1@mail.ru

Как известно, в настоящее время становится все более актуальной органическая система земледелия, исключая применение синтетических регуляторов роста растений, удобрений, пестицидов и позволяющая получать продукцию с брендом «зеленые технологии». В связи с этим при резком сокращении внесения минеральных и органических удобрений возрастает интерес к использованию в агротехнологиях (нано)биопрепаратов, изготовленных на основе активных штаммов микроорганизмов, которые «включают» собственные иммунные механизмы растений для защиты их от болезней; обладают антистрессовым эффектом, повышая устойчивость обработанных растений к неблагоприятным климатическим условиям (засуха, длительное переувлажнение, заморозки, перепады температур), а также солнечным и химическим ожогам, механическим повреждениям тканей; обеспечивают фиксацию атмосферного наиболее доступного азота; мобилизуют запасы элементов питания, находящиеся в почве в связанном состоянии (в первую очередь это относится к труднодоступным формам фосфора и ряду других микроэлементов);, способствуют наиболее полному раскрытию потенциала сорта, увеличивая количественные и качественные показатели сельхозпродукции; не оказывают негативного воздействия на растения при обработке; не вызывают резистентности; экологичны; безвредны для человека, животных, птиц и насекомых [1].



Целью данных исследований являлось изучение влияния нанобиопрепаратов на основе штаммов микроорганизмов на рост и развитие проростков озимого рыжика.

Объектом исследований выбран озимый рыжик сорта Пензяк, возделывание которого не нуждается в удобрениях, обработке пестицидами, а это означает, что, в итоге, выращивается практически экологически чистая культура. В качестве микробиологического препарата использован «Экстрасол», основу которого составляет штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13, предназначенный для улучшения питания овощных, зерновых, цветочных и технических культур, плодово-ягодных деревьев, кустарников и винограда, повышения их урожайности [2], а в качестве носителя взят нанокремнезем, полученный ультрафильтрационным концентрированием и очисткой от примесей термальной природной воды в ООО НПФ «Наносилика» (г. Петропавловск-Камчатский), который характеризовался полидисперсностью составляющих его наночастиц с преобладанием размеров 10-20 нм.

Изучено влияние экспозиции замачивания семян озимого рыжика в биопрепарате Экстрасол на биологические показатели его проростков. Семена выдерживали в течение 15, 30, 45 и 60 минут в 5, 10 и 15 % растворах Экстрасола и в (нано)системе. Анализ данных показывает, что наибольший эффект достигается при замачивании семян в 15 % растворе Экстрасола в течение 60 минут. Это приводит к увеличению длины корешков на 19,0% по сравнению с контролем, а в составе (нано)системы – на 26,7%. Выявлена тенденция увеличения прироста зародышевых корешков при всех концентрациях, используемых в опыте при удлинении времени замачивания семян. При непродолжительном времени замачивания существенных изменений в длине побегов не наблюдается.

Таким образом, выявлены оптимальные условия замачивания семян озимого рыжика сорта Пензяк в микробиологическом (нано)препарате, который исключает дополнительную химическую нагрузку как непосредственно на агроценоз, так и на ландшафт прилегающих территорий и позволяет получать экологически чистую продукцию растениеводства.

Литература

1. Тихонович, И.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем. [Текст] / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов // Успехи современной биологии. – 2007. – №4. – С.339-357.
2. Чеботарь В.К. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. [Текст] / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, Е.Н. Кипрушкина.– М.: ВНИИА, 2007. – 230 с.



ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ СМЕСЯМИ ПОЛИМЕР-ПАВ ДЛЯ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

С.Б. Айдарова^{1,2}, А.А. Шарипова¹, К.Н. Ибрашев², М.Т. Габдуллин², А.Б. Исаева¹,
Р. Миллер²

1. *Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сампаева, Алматы, Казахстан, ainano9999@gmail.com, a_sharipova85@mail.ru, isa-ase@mail.ru*

2. *Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан*

3. *Макс-Планк институт коллоидов и поверхностей, Потсдам, Германия, reinhard.miller@mpikg.mpg.de*

Актуальной проблемой коллоидной химии и нанотехнологий научно-прикладного значения является разработка перспективных эффективных технологий капсулирования активных ингредиентов, широко применяемых в практике. В этом аспекте перспективны композиционные материалы, способные эффективно модифицировать практически важные свойства дисперсных систем, применяемых широко во всех отраслях производства, добычи и переработки.

Анализ публикаций показал, что композиционные материалы являются перспективными для развития нанотехнологий и получения новых наноматериалов.

С другой стороны, применение в различных отраслях промышленности эмульсий ограничено их метастабильностью и трудностью регулирования их устойчивости. Стабильность эмульсий может быть обеспечена композициями полимеров и ПАВ, которые, создают структурно-механический барьер.

В то же время потенциально новым направлением микроинкапсулирования, применяемым для адресной доставки активных ингредиентов и его контролируемого высвобождения может быть использование эмульсии, стабилизированных композитами полимер-ПАВ.

В связи с вышеизложенным, представлял интерес получения эмульсий стабилизированных смесями полиэлектролит-ПАВ. Исследована их стабильность. Подобраны оптимальные условия эмульгирования витамина Е: концентрационное соотношение $DoTAB/PSS = 0,3$ и $\gamma = 7 \text{ мН/м}$. Проведено инкапсулирование витамина Е методом прямой эмульсификации, выявлены оптимальные условия эмульгирования.



Предложен малостадийный метод прямого микрокапсулирования активных ингредиентов (витамина Е) путем сочетания эмульсификации с использованием комплексов полимер-ПАВ и метода полислоистой сборки.

Исследован релиз витамина Е из полученных капсул в водно-спиртовую среду. Замедленная кинетика высвобождения витамина Е из конечных капсул, составляющая 80 часов доказывает эффективность методологии инкапсулирования, основанной на выявленных особенностях наноструктурированных слоев поликомплексов полиэлектролит-ПАВ.

Айдарова Саулеша Байляровна, д.х.н., профессор
E-mail: ainano9999@gmail.com

**РАЗРАБОТКА СКАФФОЛДОВ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, СИНТЕЗИРУЕМОЙ ПРОДУЦЕНТОМ
GLUCONACETOBACTER HANSENI: ОЦЕНКА ФИЗИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЦИТОТОКСИЧНОСТИ**

Т.И. Громовых¹, А.В.Людуп¹, Д.В.Бутнару¹, П.С. Тимашев¹, Е.Г.Черемных²,
Н.Б. Фельдман¹, А.К. Демченко¹, Чурбанов С.Н., С.В. Луценко¹

1) ФГАБОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия, 119991,
gromovykhtatyana@mail.ru

2) ФГБНУ "Научный центр психического здоровья" Москва, Россия, 115522

Бактериальная целлюлоза - полимер, который все больше привлекает пристальное внимание для регенеративной медицины как наноматериал, обладающий уникальными свойствами биосовместимости, водоудерживающей способности. В сравнении с природными материалами бактериальная целлюлоза имеет ряд преимуществ в сравнении с хитозаном, коллагеном гиалуроновой кислотой, альгинатами: у неё высокая прочность на разрыв и гибкость. В сравнении с синтетическими материалами бактериальная целлюлоза имеет высокую влагоудерживающую способность, проницаемость для газов и жидкостей, а отсутствие примесей обеспечивает её хорошую биосовместимость с живыми тканями.



Высокая пористость и площадь поверхности позволяют модифицировать матрицы бактериальной целлюлозы: вводить противомикробные и другие лекарственные средства (Sulaeva. 2015; Gromovukh et al., 2017). Получение бактериальной целлюлозы проводят с использованием штаммов, принадлежащих к виду *Gluconacetobacter xylinus* (*Komagataeibacter xylinus*). В настоящее время выделены штаммы-продуценты, принадлежащие к виду *Gluconacetobacter hansenii*.

Целью настоящих исследований была разработка условий управляемого биосинтеза матриц бактериальной целлюлозы, синтезируемой штаммом *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008 (ВКПМ В-10547), исследование их наноструктуры, физико-механических, цитотоксических и адгезивных свойств в отношении клеток эукариот.

Для получения пленок бактериальной целлюлозы штамм *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008 культивировали в условиях жидкофазного стационарного культивирования, а для получения 3D-гидрогелей сферической формы – в условиях перемешивания (12-200 об/мин) на модифицированной жидкой среде Хёстрина и Шрамма. Для исследования морфологии и физико-химических свойств поверхности полученных пленок и глобул бактериальной целлюлозы использовали сканирующую атомно-силовую и электронную микроскопию.

Для разработки скаффолдов для регенеративной медицины проводили отмывание клеток и эндотоксинов растворами солей додецилсульфата натрия и бикарбоната натрия и раствором RIPA. Содержание бактериальных эндотоксинов проводили методом гел-тромб-теста с помощью лизата амебоцитов мечехвоста *Limulus polyphemus* (ЛАЛ-реактив). Цитотоксичность определяли с использованием культур простейших *Paramecium caudatum* и *Tetrachymena pyriformis*. Во другом варианте оценку цитотоксичности проводили на клеточных линиях с применением колориметрического анализа на жизнеспособность клеток - МТТ-тест, и на основе оценки клеточного индекса в режиме реального времени, с применением клеточного анализатора iCelligence с использованием клеточной линии аденокарциномы молочной железы человека (MCF-7).

Результаты теста на токсичность экстрактов из пленок бактериальной целлюлозы показали, что материал, обработанный раствором додецилсульфатом натрия, является токсичным в первом краткосрочном исследовании на клетках простейших *Paramecium caudatum*, тогда как экстракты из пленок бактериальной целлюлозы, обработанные раствором RIPA, были нетоксичны. Исследование на простейших *Tetrachymena pyriformis* показало отсутствие токсичности во всех экстрактах из образцов бактериальной целлюлозы. Результаты анализа на клеточных линиях показали, отсутствие значимых



различий жизнеспособности клеток обоих вариантах исследований, из чего следует, что исследуемые образцы бактериальной целлюлозы нетоксичны.

Результаты анализа наноструктуры пленок показали, что они имеют многослойную структуру, высокую прочность и хорошую влагоудерживающую и водопоглощающую способность. Получены перфорированные пленки бактериальной целлюлозы с помощью импульсного лазерного излучения. Таким образом, исследования показали, что 2D-матрицы и 3D-гидрогели бактериальной целлюлозы – хороший объект для получения медицинских материалов с измененными свойствами в процессе его биосинтеза и модификации.

Громовых Татьяна Ильинична, д.б.н., профессор
E-mail: gromovykhtatyana@mail.ru

СИНТЕЗ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОКАПСУЛ С НАНОЧАСТИЦАМИ ГИДРОКСИАПАТИТА

Е.Ю. Каракатенко, Н.Г. Иглин, Е.А. Мищенко, М.Ю. Королёва, Е.В. Юртов

*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва,
eyrfad@gmail.com*

Микросферы из биоразлагаемого полимера с наночастицами гидроксиапатита (ГАП) могут использоваться в качестве носителей лекарственных веществ. Благодаря остеоиндуктивным свойствам и биологической активности ГАП такие микросферы могут применяться для доставки лекарственных веществ непосредственно в костную ткань. Получение микросфер с регулируемым размером является актуальной задачей. В настоящей работе для синтеза микрокапсул состава поликапролактон-гидроксиапатит (ПКЛ-ГАП) был использован метод двойной эмульсии. В качестве растворителя полимера был использован дихлорметан. Наночастицы ГАП получали по методике, описанной нами ранее [1, 2]. В качестве стабилизатора наночастиц ГАП был использован цитрат натрия [3-5]. Средний размер инкорпорированных наночастиц ГАП составил 60-80 нм. Массовое соотношение гидроксиапатит/поликапролактон было постоянным и равным 1:2,5. В настоящей работе изучали влияние скорости гомогенизации первичной эмульсии на размер получаемых микрокапсул. На рисунке 1 в качестве примера представлена микрофотография микрокапсул ПКЛ-ГАП, полученных при скорости гомогенизации первичной эмульсии 3000 об/мин.

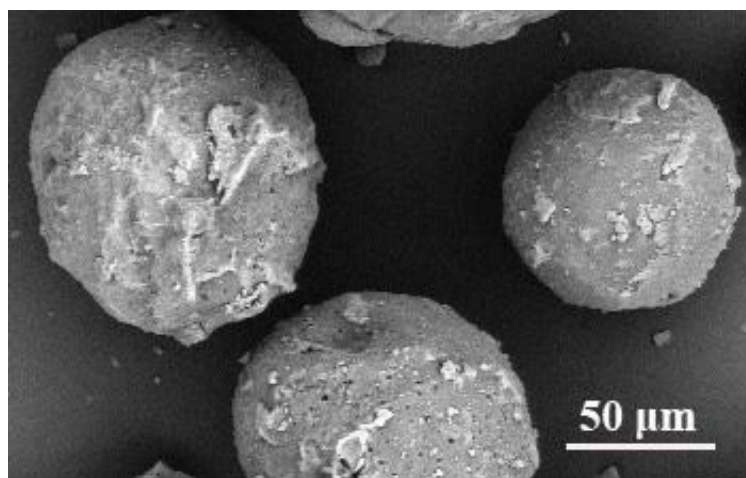


Рис.1. СЭМ-микрофотография микрокапсул ПКЛ-ГАП, полученных при скорости гомогенизации первичной эмульсии 3000 об/мин

Средний диаметр полученных микросфер варьировался от 65 до 200 мкм. При увеличении скорости гомогенизации первичной эмульсии до 10000 об/мин средний размер микрокапсул ПК-ГАП уменьшался до 300 нм.

Наличие ГАП в образце подтверждали с помощью энергодисперсионного микроанализа (рис.2).

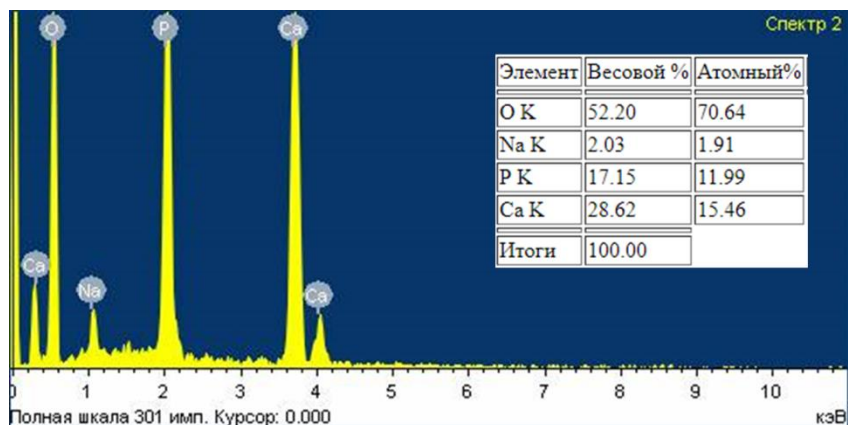


Рис.2. Энергодисперсионный спектр микрокапсул ПКЛ-ГАП, полученных при скорости гомогенизации первичной эмульсии 3000 об/мин

Мольное соотношение Ca/P в образцах было близким по значению к природному ГАП равным 1,67.

Полученные микрокапсулы могут быть использованы в качестве биосовместимых носителей лекарственных веществ.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ - грант 10.4650.2017/6.7.

Литература



1. Королева М.Ю., Фадеева Е.Ю., Шкинев В.М., Катасонова О.Н., Юртов Е.В. Синтез наночастиц гидроксиапатита методом контролируемого осаждения в водной фазе // Журнал неорганической химии. 2016. Т.61. № 6. с. 710–716
2. Фадеева Е.Ю., Королева М.Ю. Синтез наночастиц фосфатов кальция, стабилизированных цитратом натрия // Успехи в химии и химической технологии. 2015. Т. 29. с. 128–129
3. Мищенко Е.В., Каракатенко Е.Ю., Королёва М.Ю., Бабусенко Е.С., Юртов Е.В. Синтез наночастиц Ag-замещенного гидроксиапатита для применения в покрытиях стоматологических имплантов // Труды Кольского научного центра РАН. № 5 (8), вып. 1: Химия и материаловедение. с. 98–101
4. Мищенко Е.В., Каракатенко Е.Ю., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Синтез наночастиц Ag-замещенного гидроксиапатита, стабилизированных цитратом натрия // Сборник тезисов VIII ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. Москва. 2017. с. 149–150
5. Мищенко Е.В., Каракатенко Е.Ю., Королёва М.Ю., Бабусенко Е.С. Влияние цитрата натрия на синтез Ag-замещенного гидроксиапатита // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. 31. № 13. с. 22–24

Каракатенко Елена Юрьевна
E-mail: eyrfad@gmail.com



Организация науки и образования в сфере нанотехнологий

К ДЕСЯТИЛЕТИЮ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА РОССИИ: О НЕОБХОДИМОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕТНЕЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ И КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЛЕКЦИЙ ПО КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ И СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Л.С. Раткин

*НИЦ «Курчатовский институт», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, ООО «АРГМ», Москва,
rathkeen@bk.ru*

Нанотехнологическое общество России (НОР) в предстоящие месяцы отмечает десятилетний юбилей: в конце 2008 года в Москве была проведена Учредительная конференция, цикл завершился 31.03.2009 получением регистрации в Министерстве Юстиции РФ. Десятилетие НОР может быть отмечено, например, проведением серии научно-образовательных мероприятий.

Автором предлагается проведение не только форумов, конференций и семинаров, но Организацией Летней научной школы (ЛНШ) и Курсов повышения квалификации (КПК). В зависимости от формы проведения мероприятия, возможны различные варианты сотрудничества.

Регулярная (ежегодная) работа ЛНШ предполагает формирование на постоянной основе Организационного и Программного комитетов из числа известных ученых – специалистов в сфере нанотехнологий и смежных отраслей (например, информационных технологий, материаловедения). Практика неоднократного участия автора в работе московских ЛНШ подтверждает, что наиболее оптимальным временем проведения является июль, причем предпочтительной является первая половина июля, когда завершаются основные экзамены сессий в ведущих российских вузах, но в них еще не начинается основной поток приемных экзаменов.

Суммарная длительность работы ЛНШ, желательно, не должна превышать 2 недель, из расчета проведения занятий в будние дни, с понедельника по пятницу, ежедневно. Время проведения занятий – с 9 до 17 часов, или с 10 до 18 часов, с



регулярными 10-15 минутными перерывами после каждой пары, и часовым перерывом на обед. Теоретические занятия целесообразно через 1-2 дня чередовать с практическими: расписание лекций и практикумов может быть уточнено в каждом конкретном случае. Примерный план работы первой ЛНШ может быть рассмотрен на IX Ежегодной конференции НОР.

Аналогичный план работы КПК с формированием на постоянной основе Организационного и Программного комитетов также может быть рассмотрен на IX Ежегодной конференции НОР. Автором предлагается в год десятилетнего юбилея НОР совместить проведение ЛНШ и КПК на одной (общей) площадке, организовав проведение ЛНШ и КПК на единой территории в Москве одного из ведущих российских вузов, параллельно или последовательно. В случае признания данного опыта успешным, практика совмещения работы ЛНШ и КПК может быть усовершенствована.

Автором предлагается в 2018 году провести работу ЛНШ и КПК с 2 по 13 июля. Важным итогом для каждого участника КПК и ЛНШ является повышение квалификации и образовательного уровня с обязательным получением документов, подтверждающих участие в КПК и/или ЛНШ. На IX Ежегодной конференции НОР планируется обсудить все вопросы, связанные с организацией и проведением ЛНШ и КПК, в частности, с изданием Сборника Трудов после проведения ЛНШ и КПК.

На всех этапах организации и проведения ЛНШ и КПК автором предлагается активное взаимодействие с Российской академией наук (РАН), ведущими вузами, отраслевыми организациями и предприятиями, включая оборонно-промышленный комплекс. Рекомендуется включение в программу ЛНШ и КПК лекций известных российских и зарубежных ученых, в т.ч., по тематике применения нанотехнологий в приборостроении, авиационно-космической отрасли, электронике, нефтегазовой отрасли, строительстве, материаловедении, химической промышленности, сельском хозяйстве, медицине, биологии, энергетике и машиностроении. Например, возможно проведение лекций в ЛНШ и КПК по применению квантовой криптографии и стеганографии в суперкомпьютерных системах. Не менее интересны теоретические и практические занятия по финансово-экономическому анализу нанотехнологических производств, отраслевому форсайту и многоуровневому прогнозу развития nanoиндустрии на ближнесрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективы.

Раткин Леонид Сергеевич, к.т.н.
E-mail: rathkeen@bk.ru



**К СТОЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ РИЧАРДА ФЕЙНМАНА:
СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ И КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ**

Л.С. Раткин

*НИЦ «Курчатовский институт», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, ООО «АРГМ», Москва,
rathkeen@bk.ru*

Весной 2018 года отмечается столетний юбилей Ричарда Филлипса Фейнмана (11.05.1918 – 15.02.1988) – лауреата Нобелевской премии по физике (1965 год, совместно с Дж.Швингером и С.Томонагой), американского ученого, одного из основателей квантовой электродинамики, разработчика метода интегрирования по квантовым траекториям, метода диаграмм Фейнмана, инноватора в сфере научно-образовательной деятельности. Среди множества научных достижений Р. Фейнмана следует отметить формулирование идей и упоминание методов механического перемещения одиночных атомов с помощью манипулятора – т.н. «наносборки», предложенных на встрече членов Американского физического общества в Калифорнийском технологическом институте в 1959 году в известном выступлении «There's Plenty of Room at the Bottom». Развитием данного научного направления, спустя десятилетия, среди широкого спектра других нанотехнологических приложений, стало появление промышленных суперкомпьютеров и опытных образцов квантовых компьютеров, использующих блокчейн–технологии для оптимизации вычислительных процессов.

Новым этапом суперкомпьютерных и квантово-компьютерных приложений в нанотехнологической сфере стало построение многочисленных непрерывных последовательных цепочек блоков с данными – т.н. «информационных ветвей», которые по определенным правилам могут быть сконструированы с помощью блокчейн–технологий. В частности, разработаны методы независимого хранения и распределенной параллельной обработки в информационной системе (ИС) последовательностей блоков на разных участках телекоммуникационной вычислительной сети (ТВС). Блокчейн–технологии позволяют работать с реплицированными распределенными базами данных (БД) и системами управления базами данных (СУБД). В частности, блоком транзакций является структура для хранения и обработки информационных массивов данных, объединенная в группу транзакций и записанная в блок с применением технологий оперативной аналитической обработки данных (OLAP) и оперативной обработки транзакций (OLTP). Важно отметить: если в каждом блоке транзакции присутствует



информация о предшествующем (т.н. «родительском блоке»), то их цепочка содержит данные о всех операциях, проведенных в БД. Список транзакций и заголовков блока, объединяющий хеши настоящего и предыдущего блока с транзакциями и дополнительной служебной информацией, формируют блок, который принимается пользователями в ИС на условиях, если значение хеша совпадает или меньше числа, значение которого в целях безопасности периодически корректируется. Особенностью блокчейн-технологий также является приблизительно одинаковая скорость генерации блоков транзакций, которая не зависит от вычислительных мощностей ИС. При репликациях распределенной БД блоков транзакций возможно достижение эффекта, когда один и тот же блок транзакций будет предыдущим (т.н. «родительским») для ряда новых блоков, что приводит к параллельному вычислению в ТВС адресов возникающих «ветвей блоков» транзакций, в каждом из которых возможны совпадающие и различающиеся транзакции. Блокчейн-технологии позволяют отслеживать процесс формирования нанотехнологической продукции, а также программных инструментов для мониторинга ее производства (ИС или СУБД) на всех этапах ее жизненного цикла с помощью технологий непрерывной поддержки жизненного цикла продукции (CALS) и компьютерного проектирования программных систем (CASE).

Возникающая «цепочка блоков» (в английской терминологии – «Block chain»), генерируемая блокчейн-технологиями, содержит записи о всех транзакциях, проведенных с помощью технологий оперативной аналитической обработки данных (OLAP) и оперативной обработки транзакций (OLTP). Возникает множество копий БД ИС на фиксированный момент времени, регулярно обновляемых через определенные временные интервалы и рассылаемых в информационные хранилища и репозиторные системы (например, стеганографические репозитории – т.н. «стегорепозитории») разных серверов, подключенных к различным ТВС, принимающих участие в обработке данных «цепочки блоков». Предполагается хранение информации БД ИС в незашифрованном виде, но допустимо применение криптографических алгоритмов, например, методом асимметричного шифрования. Поскольку новый транзакционный блок хранит в себе, как в контейнере (например, стеганографическом), информацию о подтвержденных транзакциях всех предыдущих блоков, его изменение приведет к редактированию содержимого каждого из них. Такие правила формирования «цепочки блоков» с помощью блокчейн-технологий повышают уровень ее информационной защиты, например, на суперкомпьютерных и квантово-компьютерных системах.



ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Н.В. Семакина

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
Ижевск, nadezhda_semakina@mail.ru*

В настоящее время преподавание основ нанотехнологий уже в школьных программах предусматривается в перспективных документах многих государств. Такое направление реформы школьного образования обусловлено, во-первых, необходимостью повышения интереса школьников к естественным наукам и технологиям и, во-вторых, необходимостью выбора профессии учащимся и последующего обучения его в вузе, с базовой подготовкой, соответствующей современному уровню развития науки и промышленности.

Данная статья посвящена проблеме нанообразования в общеобразовательных учреждениях Удмуртской Республики. Проведенный анализ современного состояния исследуемой проблемы [1-3] позволяет сделать следующие выводы:

1. По Республике Удмуртия только два общеобразовательных учреждения являются школами-участницами программы Школьной лиги РОСНАНО.
2. В школьных программах отсутствует обучение основам нанотехнологий.
3. В республике нет школьных лабораторий по нанотехнологиям, где ученики могли бы не только наглядно изучать новую область, но и выполнять междисциплинарные проекты.
4. Очень низкая численность школьников, принимающих участие в конкурсах и олимпиадах по нанотехнологиям.

Для решения вышеперечисленных проблем, по мнению автора, необходимо, в первую очередь, повысить квалификацию и обучить учителей республики в этом новом для них направлении [4,5].

В этой связи на первый план выходит разработка эффективной образовательной программы для педагогов по основам нанотехнологий [6].

Проектирование программы осуществлялось по следующим этапам:



1. Установление квалификационных дефицитов учителей химии, физики и биологии, направляемых на обучение, планируемых образовательных результатов (новых педагогических компетенций);

2. Разработка базовых элементов образовательной программы;

3. Разработка оценочных средств и учебных материалов;

4. Проведение апробации.

На основе модульно-компетентностного подхода разработана программа повышения квалификации для учителей химии, физики, биологии и математики «Реализация ФГОС в предметной области «Естественные науки» в контексте использования представлений о наноявлениях и нанотехнологиях».

Целью реализации программы является совершенствование профессиональных педагогических компетенций учителей естественнонаучных дисциплин в области основ нанотехнологий.

В процессе обучения по данной программе слушатели получают

- теоретические знания по основам нанонауки, нанотехнологий и наноматериаловедения;
- информацию о школьном нанообразовании в мире;
- доступ к электронному курсу "Введение в нанотехнологии";
- практические навыки решения задач по химии, физике, биологии, математике с элементами нанотехнологий;
- практические навыки выполнения лабораторного нанопрактикума;
- практические навыки работы на нанотехнологическом оборудовании;
- методические рекомендации по организации и руководству исследовательской деятельностью школьников по основам нанотехнологий.

Программа предусматривает следующие виды учебных занятий: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа, итоговая аттестация. Форма обучения: очная (электронное обучение и дистанционные технологии).

Практические и лабораторные занятия реализуются на базе Удмуртского научного центра УрО РАН (г. Ижевск).

Самостоятельная работа слушателей заключается в выполнении итоговой практической работы: 1) Разработка модуля (макета собственного учебного занятия, миникурса, мастер-класса) с использованием элементов нанотехнологий; 2) Разработка



методологии проектной и исследовательской деятельности школьников в области основ нанотехнологий.

Подготовка и апробация программы осуществлялись на базе ИжГТУ имени М.Т. Калашникова и Регионального ресурсного центра «Школьная лига» в г. Ижевске. Последний создан в 2017 году на базе МБОУ «Лицей №41» с целью создания региональной сети инновационных образовательных учреждений, реализующих программы продвижения естественнонаучного образования [7,8].

Литература

1. Семакина Н.В. Состояние и перспективы развития нанообразования в Удмуртской Республике // От школьной скамьи к нанотехнологиям: проблемы и перспективы развития естественно-научного образования на примере МБОУ «Лицей № 41»: материалы республ. семинара, 15-16 марта 2012 года, Ижевск. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2012. С. 30–38.

2. Семакина Н.В., Семакина К.Э. Оценка потенциала развития нанообразования в Удмуртской Республике // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к nanoиндустрии: тез. докл. Четвертой междунар. конф. 3-5 апр. 2013. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2013. С.89.

3. Семакина К.Э., Семакина Н.В. Методика оценки эффективности расходов бюджета субъекта Российской Федерации в обеспечении экономического развития по инновационному типу // Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2014. № 4 (64). С. 65–69.

4. Семакина Н.В., Кодолов В.И. Опыт деятельности Общественного отделения «Наноматериаловедение и нанотехнологии» // Наука Удмуртии, 2016, № 4 (78). С. 82–93.

5. Семакина Н.В. Концепция развития системы естественнонаучного образования с основами нанотехнологий в средних общеобразовательных учреждениях // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к nanoиндустрии: тезисы докл. Шестой Междунар. конф. (Россия, Ижевск, 4–6 апреля 2017 г.) / под общ. ред. проф. В. И. Кодолова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2017. С. 81–82.

6. Semakina, N.V. (2017) 'Nanotechnology-oriented system of natural science education in secondary schools', Int. J. Nanotechnol., Vol. 14, Nos. 7/8, pp.680–689.

7. Семакина Н.В. Опыт преподавания нанохимии в лицее // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. В 5 т. Т. 5 : тез. докл., Екатеринбург: Уральское отделение Российской академии наук, 2016 г. С. 52.

8. Семакина Н.В. Опыт организации междисциплинарной проектно-исследовательской деятельности школьников // Сборник тезисов VIII ежегодной конференции Нанотехнологического Общества России, Москва, 31.03.2017. С. 174–179.

Семакина Надежда Владимировна, к.т.н., доцент
E-mail: nadezhda_semakina@mail.ru



Коммерциализация нанотехнологий и внедрение в промышленное производство

НАНОТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ ВАЖНЕЙШИХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТОВ

Л.Н. Патрикеев¹

*1) Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва,
lnp70@mail.ru*

В настоящее время более чем в 56 вузах страны ведётся подготовка студентов по многочисленным направлениям нанотехнологии. Фондом инфраструктурных и образовательных программ совместно с работодателями утверждены десятки профессиональных стандартов, являющихся ориентиром университетов в подготовке востребованных специалистов [1]. Аккредитованные профпрограммы по направлениям подготовки характеризуется следующим распределением: Электроника и наноэлектроника - 8 программ, Фотоника, оптотехника и оптоинформатика - 5, Материаловедение и технологии материалов - 4, Стандартизация и метрология - 4, Микросистемная техника – 2, Приборостроение – 2, Строительство – 1 программа.

Указанное распределение вполне коррелирует с рейтингом самых востребованных (по данным Госкомстата к 2018 г.) профессий : 1. Инженеры; 2. IT-специалисты (программисты); 3. Специалисты в области нанотехнологий; 4. Специалисты, совмещающие электронику и биотехнологии; 5. Маркетологи; 6. Специалисты в области сервиса; 7. Логисты; 8. Экологи ; 9. Медицинские работники; 10. Химики.

Многолетний педагогический опыт преподавания различных нанотехнологических дисциплин, включённых в учебные планы НИЯУ МИФИ, МЭИ и РУДН, организация и участие в многочисленных школах-семинарах и конференциях по повышению квалификации магистров, специалистов и аспирантов всё более убеждают меня в том, что начинать подготовку студентов по любому нанонаправлению целесообразно с вводного курса, который можно назвать как «Нанотехнологии в развитии важнейших инженерных проектов».

В XXI веке любые инженерные проекты и методы управления ими совершенствуются благодаря широкому применению информационных и нанотехнологий (ИТ и НТ). В свою очередь ИТ развиваются благодаря использованию НТ. В современных



условиях экономическая эффективность любого производства опирается на профессиональную инженерную деятельность специалистов.

Сегодня нашей стране прежде всего нужны именно инженеры по любым отраслевым специальностям. Поэтому кого бы и по каким бы наноспециальностям не готовили в конкретном университете, начинать, по нашему мнению, целесообразно с введения студентов в мир инженерных проектов, реализуемых в том или ином регионе.

Такое утверждение находит убедительное подтверждение в практике отраслевых требований к выпускникам вузов. Каждая из Госкорпораций и отраслей промышленности (Ростех, Росатом, Роскосмос, Роснано, РусГидро, Совкомфлот, Алроса и т.д.) требуют от подведомственных им университетов готовить специалистов по программам, имеющим не только отраслевую специфику, но ещё и региональные особенности. Эти требования касаются прежде всего программ по физике, математике, химии, биологии и социологии. Далее они, естественно, распространяются и на программы по спецпредметам.

Указанные обстоятельства настоятельно рекомендуют знакомить бакалавров, магистров и специалистов с основными российскими инженерными проектами. Решению именно такой задачи посвящён предлагаемый автором проект содержания вводного учебного курса с указанным в заголовке аннотации названием.

Литература

1. Технологии новых поколений. –М.: Фонд инфраструктурных и образовательных программ. –М.: Группа Роснано. 2016 .
2. Л.Н. Патрикеев. Что должен знать каждый бакалавр, магистр и специалист по нанотехнологии. Датчики и системы, №6, 2016.
3. Humanity`s Top Ten Problems for next 50 years. Source : MIT forum 2003.

Патрикеев Лев Николаевич, профессор
Email: lnp@mail.ru



Гуманитарные, социальные и философские аспекты современных нанотехнологий

К 35-ЛЕТИЮ ОТДЕЛЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК: МЕЖДУНАРОДНОЕ НАНОИНДУСТРИАЛЬНОЕ И ИНФОРМАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НАУЧНЫХ СООБЩЕСТВ

Л.С. Раткин

*НИЦ «Курчатовский институт», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, ООО «АРГМ», Москва,
rathkeen@bk.ru*

В марте 2018 года Отделение нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) Российской академии наук (РАН) отмечает 35-летие со дня основания. На базе четырех академических организаций: Института прикладной математики им. М.В.Келдыша, Вычислительного центра АН СССР, Института проблем передачи информации им. А.А.Харкевича АН СССР и Ленинградского института информатики и автоматизации 03.03.1983 Постановлением № 12 Общего собрания АН СССР создано Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации (ОИВТА).

Из Отделения математики АН СССР, Отделения общей физики и астрономии АН СССР и Отделения механики и процессов управления АН СССР в ОИВТА АН СССР перешел ряд членов академии. Более полугода продолжалась организационная работа, и 24 ноября 1983 года распоряжением Президиума АН СССР для определения основных направлений исследований в области информатики и вычислительной техники было утверждено Организационное Бюро ОИВТА АН СССР, которое возглавил первый академик-секретарь Отделения академик Е.П.Велихов. В состав Бюро в 1983 году вошли академик Ж.И.Алферов (через 17 лет, в 2000 году имя Жореса Ивановича будет объявлено в числе Лауреатов Нобелевской премии по физике), академики О.М.Белоцерковский и В.А.Мельников, члены-корреспонденты АН СССР К.А.Валиев, А.П.Ершов и Б.Н.Наумов (Камиль Ахметович, Андрей Петрович и Борис Николаевич будут избраны академиками уже в 1984 году). Членами Организационного Бюро также стали член-корреспондент АН СССР Ч.В.Копецкий, д.т.н. В.М.Пономарев и к.ф.-м.н. Ю.С.Вишняков (ученый секретарь). ОИВТА со дня основания активно включилось в работу АН СССР и приняло участие в реализации ряда крупнейших и важнейших международных научных проектов.



Количество институтов, входивших в ОИВТА АН СССР, удвоилось уже через 2 года. Были созданы Институт проблем информатики АН СССР, Институт проблем кибернетики АН СССР, Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов АН СССР и Институт микроэлектроники (г. Ярославль) АН СССР. Отечественная электронная промышленность переживала период бурного роста, от нее не отставала индустрия разработки программных средств и систем. Развитие этих научных направлений в СССР и международная кооперация российских и зарубежных научных сообществ была обусловлена слаженной работой различных звеньев системы органов государственного управления с ведущими научными и образовательными учреждениями страны. Были созданы необходимые условия для развития ряда отраслей, своевременно произведены стратегически выверенные долгосрочные капиталовложения в приоритетные научные проекты, запущены в реализацию стратегические программы сотрудничества отечественных и иностранных сообществ ученых.

Современное названия отмечающего в этом году 35 лет Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) было уточнено на научной сессии Общего собрания РАН 19 декабря 2007 года. В составе Отделения, под его научно-методическим методическим руководством – более 20 научных учреждений. Первый академик-секретарь ОНИТ РАН с 1983 по 2017 года – вице-президент АН СССР (1978-1991) и РАН (1991-1996) академик Е.П.Велихов. Осенью 2017 года вторым в истории ОНИТ РАН академиком-секретарем Отделения избран директор Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН академик А.Л.Стемковский. Начинается новый этап международного наноиндустриального и информационно-технологического сотрудничества российских и зарубежных научных сообществ, в котором возможно развитие взаимодействия ОНИТ РАН с Нанотехнологическим обществом России.

Раткин Леонид Сергеевич, к.т.н.
E-mail: rathkeen@bk.ru



**К 75-ЛЕТИЮ КУРЧАТОВСКОГО ИНСТИТУТА: РОЛЬ ЦЕНТРА
НАНО-, БИО-, ИНФОРМАЦИОННЫХ, КОГНИТИВНЫХ И
СОЦИОГУМАНИТАРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ
НАНОИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРИМЕРЕ
ОТРАСЛЕВЫХ СТЕГОРЕПОЗИТОРНЫХ СИСТЕМ**

Л.С. Раткин

*НИЦ «Курчатовский институт», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, ООО «АРГМ», Москва,
rathkeen@bk.ru*

Год 2018-й – юбилейный для Курчатовского института. В январе отмечалось 115-летие директора-основателя, академика И.В.Курчатова (21.01.1903-07.02.1960), в феврале – 115-летие второго директора академика А.П.Александрова (13.02.1903-03.02.1994), Президента АН СССР (1975-1986). В соответствии с постановлением Государственного комитета обороны (ГКО) № 2352сс «Об организации работ по урану» от 28.09.1942 и распоряжением ГКО № 2872сс «О мерах по успешному развитию работы по урану» от 11.02.1943, вице-президентом АН СССР академиком А.А.Байковым 12.04.1943 было подписано распоряжение о создании легендарной Лаборатории № 2 АН СССР. Ровно за 18 лет до первого в мире космического полета с летчиком-космонавтом СССР Ю.А.Гагариным (12.04.1961) была создана научная организация, ориентированная на фундаментальные и прикладные исследования в сфере атомной энергетики, в частности, ядерного оружия! Огромное влияние на поиск новых направлений исследований, достижение результатов мирового уровня, укрепление и развитие научного коллектива Курчатовского института в девяностых годах прошлого века и начале 2000-х оказал третий директор, первый академик-секретарь Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук (РАН), вице-президент АН СССР (1978-1991) и РАН (1991-1996) академик Е.П.Велихов.

Важное значение в деятельности отмечающего 12 апреля 75-летний юбилей НИЦ «Курчатовский институт» отводится научным разработкам Центра Нано-, био-, инфо-, когно- и социогуманитарных наук (Курчатовский НБИКС-Центр), директором и научным руководителем которого является президент НИЦ, член-корреспондент РАН, почетный член Нанотехнологического общества России М.В.Ковальчук. Синтез разработок в сфере нанотехнологических, биологических, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук позволяет разрабатывать широкий спектр приложений для фундаментальных и прикладных исследований для развития nanoиндустриальных производств.



Примером синтеза нано-, био-, инфо-, когно- и социогуманитарных разработок являются отраслевые стегорепозиторные системы. Защищенные патентом на изобретение в РФ и за рубежом, они являются важным промышленным звеном и составной частью современных наноиндустриальных производств, позволяя оперативно обрабатывать данные по разным направлениям (нано-, био-, инфо-, когно-, социогуманитарные науки), агрегировать многомерные информационные массивы и распределять блоки данных по разным частям системы. Важным свойством стегорепозиторных систем является их высокая надежность хранения и обработки информации и повышенная (по сравнению с обычными репозиториями) устойчивость ко взлому.

Раткин Леонид Сергеевич, к.т.н.
E-mail: rathkeen@bk.ru

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СОЦИУМЕ КАК ТОЧКА ПРИЛОЖЕНИЯ СИЛ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЛЬШИХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Д.С. Андреюк

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Одно из базовых свойств человеческого социума состоит в том, что люди способны объединяться для выполнения сложных задач, требующих кооперативного поведения. В природе известно множество моделей кооперативного поведения животных, включающих разделение труда в группе, использование инструментов и другие элементы, требующие высокого уровня развития аналитического и социального интеллекта у каждой отдельной особи. В отличие от других животных с высокоразвитым поведением, которые также приспособлены для организованных совместных действий, люди демонстрируют способность объединять практически неограниченное количество особей. При этом добавление новых групп сопровождается ростом сложности задач, которые объединенный социум оказывается способен решать. Анализ причин и механизмов, которые способствуют либо препятствуют объединению человеческих сообществ для совместных производительных действий, представляется весьма актуальным, поскольку понимание этих механизмов открывает дорогу для разработки новых подходов для социальной инженерии.

Для анализа феномена возрастающей сложности кооперативно решаемых задач хорошо подходит аналогия социум-нейросеть. Действительно, как в математической



нейросети, в социуме существует два вида потоков информации: горизонтальный, связанный с выработкой коллективного решения по некоему вопросу, и вертикальный, связанный с реализацией коллективного решения через механизмы принуждения в социальной иерархии. При этом схожесть социума и нейросети дополнительно усиливается, если учесть два дополнительных обстоятельства: 1. При вертикальной передаче информации происходит ее редукция, поскольку элементов на каждом следующем уровне социальной иерархии меньше, чем на предыдущем («социальная пирамида»); 2. Обработка информации в горизонтальном потоке осуществляется путем сравнения различных вариантов оценки членами некоей горизонтальной группы и формирования консенсуса по заданному вопросу внутри данной группы. С точки зрения обработки информации это очень близко к тому, как формируется решение в нейросетях – и математических и биологических.

Очевидно, что для роста «вычислительной мощности» социума, как нейросети, вовлечение новых людей в кооперацию должно осуществляться группами, так, чтобы механизмы горизонтального обмена информацией и выработки коллективных решений уже были сформированы. Кроме этого, необходимо для каждой группы достраивать некие структурные элементы, обеспечивающие интеграцию группы в конструкцию вертикальной обработки информации, чтобы вырабатываемые решения могли быть реализованы и ассимилированы в структуре общего «большого проекта», т.е. той большой задачи, ради которой осуществляется кооперация.

Одним из таких структурных элементов, способствующих интеграции группы в некий более сложный информационный процесс, выступают информационные посредники (информационные брокеры в англоязычной литературе). Информационный посредник обладает значительным влиянием в рассматриваемой группе (а значит, при горизонтальном обмене информацией его голос имеет значительный удельный вес), однако это влияние связано не с контролем над ресурсами, а с позицией переговорщика по отношению к другой аналогичной группе. Естественные механизмы вызывают антагонизм у двух соседствующих и разделяющих определенный набор ресурсов групп. Однако по некоторым жизненно важным вопросам группам необходимо приходить к консенсусу. Информационный посредник – это человек, способный сближать переговорные позиции двух антагонистичных групп, которые обе выиграли бы, если бы им по данному вопросу удалось договориться. Ресурс влияния информационного посредника состоит в его способности обеспечивать группе такой выигрыш.



В том, как именно осуществляется выравнивание позиций двух изначально антагонистических групп, возможно, кроется тот самый фундаментальный механизм, который сформировался у людей в ходе их эволюционного развития и, который и отличает их от других высокоразвитых социальных животных. Это функция языка. Сближение позиций начинается с анализа пространства логических утверждений, связанных с обсуждаемым вопросом в каждой из групп. На следующем шаге путем последовательных обобщений формулируются такие тезисы, связанные с обсуждаемым вопросом, которые не противоречат устоявшемуся набору мнений в каждой из групп. Наконец, инициируется горизонтальное обсуждение и проводится работа по выбору конкретной формулировки, по которой удастся получить консенсус в каждой из групп. В случае успеха две исходные группы будут действовать как одна, сообща – по данному конкретному вопросу.

Развитие крупных научных проектов, таких как освоение космоса, развитие атомных технологий, нанотехнологий, революция в биомедицине – дает нам как обширный фактический материал для осмысления и обобщения, так и возможность для экспериментальной проверки гипотез. Один из самых интересных вопросов для экспериментального анализа – можно ли повысить эффективность работы больших коллективов, если сделать более эффективным процесс передачи информации между группами в них? Если ответ положительный, то каков минимальный размер коллектива, которому по силам решение масштабной целевой народнохозяйственной задачи, например, с увеличением ВВП на 1% в качестве считаемого показателя в результате?

Андреюк Денис Сергеевич, к.б.н.
E-mail: denis.s.andreyuk@yandex.ru



САМООРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГИИ БИОСТРОМА

О.В. Лончакова¹, С.А. Лончаков²

1) *Независимый исследователь, Чита, la-chita@mail.ru*

2) *Научный парк МГУ, Москва, la-chita@mail.ru*

Визуализация и изучение свойств самоорганизации материи связано с развитием нанотехнологий. Конфигурирование среды молекулярных и межатомных взаимодействий по А-дифференцированию при формировании постоянных (отслеживаемых) коммуникаций позволяет создавать граничность в некоторой модульности, а предельность – в состояниях межфазовых переходов в рамках активности (РА). Образование инновационных технологий и новых материалов соответствует уровню познания природы, как основного компонента окружающего мира.

Объект исследования: параметры средового развития коммуникации $C(b,l,ch)$ («Биостром» C_b - «Люди-этнос» C_l - «Человек» C_{ch}), как активная (+) и(или) пассивная (-) предельная конфигурация энергии полимера биострома в состоянии const графа (G)) в РА. Инструмент исследования - модель Даг (основа «Да», но с твердым звучанием (Бельченков Г., преподаватель Веб - Академии г. Москва) «Общность».

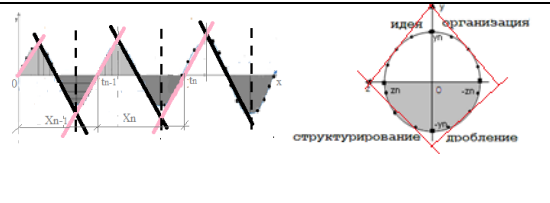
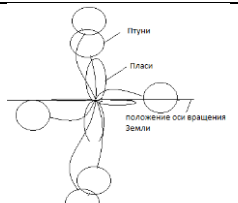
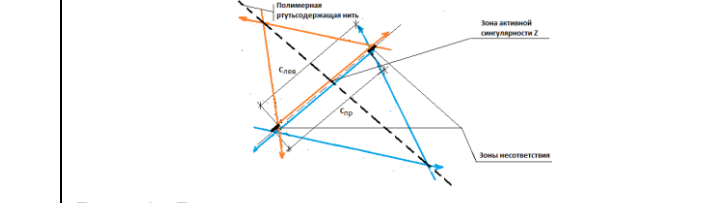
Формы энергетической самоорганизации в протоке активности биострома $C_{b,l}^+ \sim C_{ch}^-$ при ландшафтном зонировании Земли. Кругооборот Земли, закрытая в поле времени самоорганизация коммуникаций полного и неполного циклов потенциальной энергии экзогенного (размножение) и эндогенного (развитие) типов. C_b^+ при min влиянии C_{ch}^- определяет стабильно-традиционную конфигурацию ландшафта «Общности». При C_{ch}^- установленные коммуникации рассматриваются в Даге, как функция средового развития C_b^+ , модулирующая воспроизводственную фазу химического и ядерного взаимодействий при растекании жизни.

Естественная структура распространения усилий фактор-параметров в «const графе» (G_t^0), проектной полевой электромагнитной протоке (пути) Земли с фазовыми переходами. Расширение или сужение области локализации усилий активизирует полевую энергетическую коммуникацию Земли со стабильно-традиционной конфигурацией G_t^0 по состоянию C_{ch}^- , связывает биостромный естественный полимер, партнер-унисон «Hg2 - (- Hg - Hg -) - H2O - Hg 2+» (кристаллохимическую молекулу Птуни (Pt) и планетарную систему (Пласи (Pl)). Протока-коммуникация развивается в среде Pt. Набор модуляции форм активностей энергии (Et) по природным усилиям фактор-параметров (Fn) в поле времени



при закрытой локализации $E_t = f(I F_n I; I \frac{dG}{dv_{max \rightarrow c}}) I$. Определение F_n : а) тепловые химические взаимодействия ($F1$) капитализируются по E_t внутри планетных, поверхностных, надземных: атмосферных, гидросферных и т.д. процессов; б) активность световых химических взаимодействий определяется капитализацией потоков частично отраженных от Земли частиц-волн, состоянием поверхностного слоя биострома, экологией надземных и водных сфер ($F2$); в) природное радиационное излучение, рассматриваются внутри и межатомные виды взаимодействий с традиционным периодом полураспада вещества ($F3$).

Таблица 1. Экоселфи по сопряжению векторов-стадий Дага в шести схемах

 <p>Рис. 1. Расположение PA в модельном ряде Даг «Общность»</p>	 <p>Рис. 2. Принцип право-лево стороннего перемещения P_t по P Земли относительно оси вращения Земли</p>	 <p>Рис. 3. Модульное наложение P_I на ось вращения P Земли. Зона сингулярности Плас-Зеро</p>	 <p>Рис. 4. Кристаллохимическая молекула «Биострома»</p>
 <p>Рис. 5. Касательное наложение PA на геоид вращения материнской планеты при визуализации силовых линий P_t влияния P_t. $P_I = f(P_t, C_{ch} \leftrightarrow C_b)$</p>	 <p>Рис. 6. Рамочный принцип вектор - модуляции лево-правостороннего влияния P_t на P_I относительно оси вращения Земли. Формирование двухсторонней «ниточной» ртутьсодержащей полимерной привязки в космическом пространстве</p>		

Проектная оценка свойств и связей состава событий формирует способы обращения времени - энергии критического фазного пространства Земли в модуляции $S_{ch} \leftrightarrow C_b$.

Лончакова Ольга Владимировна
E-mail: la-chita@mail.ru



ДЛЯ ЗАМЕТОК
