

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курский государственный университет»

ООО «Междисциплинарный нанотехнологический центр»

**Образовательный, научный и инновационный
процессы в нанотехнологиях**

Сборник докладов
участников VII Всероссийской конференции

Курск, 6–7 октября 2016 года

Курск 2017

УДК 54:53:002
ББК 22+24+32
О–23

О–23 Образовательный, научный и инновационный процессы в нанотехнологиях [Текст] : сб. докл. участников VII всеросс. науч. конф., г. Курск, 6–7 окт. 2016 г. / под ред. П.А. Белова, Е.В. Дериглазовой, О.В. Яковлева; Курск. гос. ун-т. – Курск, 2017. – 151 с.

Сборник содержит материалы пленарных, секционных и стендовых докладов, представленных на VII всероссийской конференции «Образовательный, научный и инновационный процессы в нанотехнологиях». Конференция проходила в г. Курске с 6 по 7 октября 2016 г. В докладах рассмотрены вопросы кооперации научных, производственных и образовательных учреждений в развитии регионального базиса нанотехнологий, обсуждены перспективные направления научных исследований в сфере нанотехнологий и пути их коммерциализации.

УДК54:53:002
ББК 22+24+32

© Коллектив авторов, 2017
© Курский государственный университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Будаев А.В. Обзор видов взаимодействий электронного пучка с образцом в просвечивающей электронной микроскопии.....	6
Егоричева О.А., Лашина Е.С., Косинский П.А., Слащёв А.А., Яковлев О.В. Элементы антенно-фидерной техники СВЧ на основе композитных материалов.....	12
Ефимова И.Н., Яковлев О.В. Возможности и перспективы нечеткого управления аналитическими системами высокого разрешения	17
Звигинцева А.А., Худицын М.С. Влияние наноразмерных функциональных наполнителей на теплофизические характеристики теплоаккумулирующих материалов.....	20
Колосова В.В. , Тупицына И.Д., Сокуренок Д.С. Проблемы и перспективы развития мемристоров в современной электронике.....	25
Колпаков А.И., Кузько А.Е., Шабанова И.А., Кузько А.В., Шиббаев В.Н. Процессы при электроконвекции в ПМС-50 с лезвийной и острой системой электродов	30
Колпаков А.И., Кузько А.Е., Кузько А.В. Особенности строения полимерных нитей образованных при электроконвекции.....	38
Кошелевская А.А. Методика ультразвуковой локализации в неразрушающем контроле и диагностике	43
Кошкин С.С. Пьезоэлектрические наногенераторы, использование кинетической энергии	47
Кузько А.Е., Куценко А.В., Дриганец А.С. Влияние на электроконвекцию микро- и наноструктурирования поверхностей системы проволочных электродов	53
Литовка Ю.В., Лвеле Э. Повышение энергоэффективности гальванических процессов путём введения в электролиты нанодобавок	60

Мальцева Е.А., Серова Н.О., Гугало В.П. Возможности анализа биологических материалов средствами просвечивающей электронной микроскопии	63
Маркина А.В., Тодоровская Я.В. Влияние уровня развития нанотехнологий на пищевую промышленность.....	67
Петрова В.О. Белов П.А., Хорунжая Е.Ю. Технология нанесения композиционных электрохимических покрытий на основе меди для печатных плат радиоэлектроники с использованием наноструктурированных добавок.....	71
Семина А.В., Крыжевич Л.С. Организация бизнес-проектов на основе нанотехнологий.....	75
Сулима К.П. Возможности использования векторных процессов для решения сложных вычислительных задач	79
Фадеева Е.А., Рябинин А.И., Емельянов Н.А. Влияние ограниченной геометрии и межфазных границ на сегнетоэлектрические свойства $BaTiO_3$	83
Аниканова Е.А., Лозинская Е.Ф. Изучение сорбции на пенополиуретане ионных ассоциатов катионов трифенилметановых красителей с перхлорат-ионом.....	89
Борщ Н.А., Валужева К.Е., Градинар А.В. Разработка методики синтеза наночастиц марганца в прямых мицеллах цетилпиридиний хлорида	95
Грехнева Е.В., Замятина Е.Н. Получение комплексов β -циклодекстрина с некоторыми биологически активными веществами.....	98
Грехнева Е.В., Власова В.В. Выбор полимера для создания препаратов антибиотиков с повышенной биологической доступностью	102
Кометиани И.Б., Сысоев П.И., Данилова Н.В. Замещенные арсеникарбазиды-производные 6-Н-индоло-[2,3-b]хиноксалина	106

Косолапова Н.И., Грехнева Е.В., Уйманова Т.Н. Нанокapsулирование экстрактивных веществ внешней коры <i>Betula pendula</i> Roth.....	109
Косолапова Н.И., Плаксина И.Н., Мирошниченко О.В. Выделение и идентификация биологически активных веществ напитка на основе торфа диспергированного до наноразмеров.....	114
Кудрявцева Т.Н., Грехнева Е.В., Денисова Е.А. Выбор полимерного носителя методом газовой хроматографии для создания препаратов пролонгированного действия	117
Кудрявцева Т.Н., Густилина А.В. Синтез 2-(2-метил-5-нитро-1H-имидазол-1-ил)этил-6H-индоло[2,3-b] хиноксалин-6-ил)ацетатов и исследование их влияния на деструкцию полимерных пленок почвенными бактериями.....	122
Кушнарeва Е.М., Веляев Ю.О. Исследования по получению наноразмерного ZrO_2 из азотнокислого циркониила	127
Розанова Е.Н., Еськова А.А., Кометиани И.Б. Формирование поверхностей из составов на основе дисперсий, содержащих белок, серебро и ПА.....	132
Розанова Е.Н., Лопухина О.Н., Кометиани И.Б. Природа фибриллярного белка как определяющий фактор в поиске оптимальных условий получения дисперсий и растворов на его основе	138
Розанова Е.Н., Соболева Е.С., Кометиани И.Б. Интенсификация процесса получения привитых сополимеров белок-эфир метакриловой кислоты.....	143
Сысоев П.И., Зуев А.С., Рязанцева Т.Ю., Сычев А.В. Изучение возможности взаимодействия гидразидов гетарилкарбоновых кислот с фенилбромидом	148

ОБЗОР ВИДОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА С ОБРАЗЦОМ В ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

© 2016 А. В. Будаев

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются виды взаимодействий электронного пучка с образцом, которые используются для формирования изображения внутренней структуры и поверхности образца, дифракционной картины и структурного анализа в просвечивающей электронной микроскопии. Описаны основные побочные явления, появляющиеся в данных процессах, которые вносят потери в получаемые результаты. Показаны методики и анализаторы для исследования образца в ПЭМ.

Ключевые слова: *детекторы, ПЭМ, электронный пучок.*

Просвечивающий электронный микроскоп – это прибор, в котором электронный луч проходит через ультратонкий образец (толщина образцов менее 100 нм), при этом взаимодействуя с ним. Изображение образца увеличивается и усиливается собирательными линзами и появляется на флуоресцентном экране или выводится на дисплей монитора с ПЗС-камеры.

Прохождение пучка электронов с энергией E_0 через образец сопровождается множеством явлений, часть из которых схематично изображена на рисунке 1 [Чеченин 2003]. Большинство электронов проходят образец, не испытав рассеяния, и их количество увеличивается при уменьшении толщины образца и увеличении энергии электронного пучка. Остальные взаимодействия можно разделить на упругие и неупругие. Для высоко-

энергетических электронов выше вероятность рассеяться упруго, а для низкоэнергетических электронов – неупруго [Трофимов 2011].

При упругом рассеянии (по корпускулярному подходу) на изолированном атоме энергия электронов не расходуется на возбуждение атомов образца ($E \approx E_0$), а изменяется только первоначальное направление вектора скорости электрона (угол отклонения от 0° до 180°). Образцу при каждом акте упругого рассеяния передается энергия порядка 1 эВ, что пренебрежимо мало по сравнению с первоначальной энергией электрона в пучке (~ 1 кэВ).

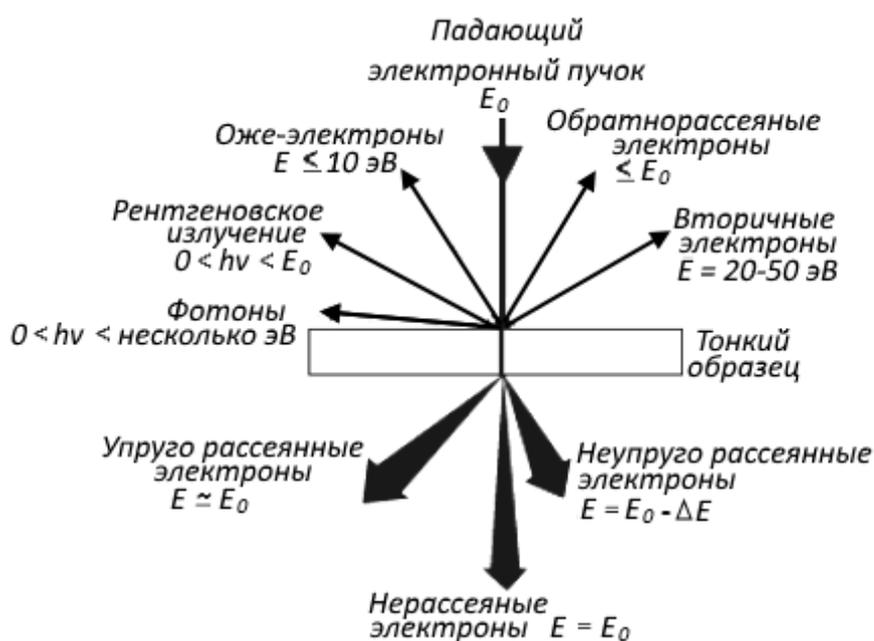


Рис. 1. Основные процессы при взаимодействии электронного пучка с образцом

Отраженные (обратнорассеянные) электроны (угол отклонения больше 90°) имеют энергию, близкую к начальной, и несут информацию о поверхности, что важно для растровой электронной микроскопии (РЭМ), однако их использование для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) не выгодно, так как их количество при прохождении электронного пучка через образец невелико (доля %) [Чеченин 2003; Трофимов 2011].

При упругом рассеянии (по волновому подходу) на системе атомов возникает дифракционная картина, которая используется в ПЭМ как уникальная особенность анализа структуры (кристаллической) образца по сравнению с РЭМ.

При неупругих взаимодействиях траектория электрона изменяется слабо, но при этом происходит передача энергии твёрдому телу ($E < E_0$). Неупругие взаимодействия происходят в основном между электронами пучка и электронами образца [Трофимов 2011]. Благодаря неупругим взаимодействиям возникают:

- характеристическое рентгеновское излучение;
- тормозное рентгеновское излучение (непрерывное);
- вторичные электроны;
- Оже-электроны;
- электронные колебания (плазмоны);
- колебания решётки (фононы);
- электронно-дырочные пары;
- катодолуминесценция.

Генерируемое электронным пучком рентгеновское излучение может иметь энергию от γ -квантов до E_0 . Помимо того что испускание рентгеновского излучения отражается в спектре EELS (electron energy loss spectroscopy), на анализе спектров ХРИ основан метод EDX (Energy-dispersive X-ray spectroscopy), который также используется в ПЭМ [Синдо 2006].

Электроны, сталкивающиеся с ядром с малыми прицельными параметрами, испытывают торможение в кулоновском поле ядра, что вызывает рентгеновское излучение, которое называют тормозным (ТРИ) [Петров 2001]. Все виды рентгеновского излучения, перечисленные выше, могут

регистрироваться одним детектором рентгеновского излучения, но использовать разные режимы работы.

Вторичные электроны (ВЭ, secondary electrons – SEs) можно разделить на три группы [Чеченин 2003]:

- медленные ВЭ – МВЭ (< 50 эВ) (slow SEs), выбитые из валентной зоны или зоны проводимости, имеют малую энергию, и поэтому они могут вылетать только из приповерхностных слоев, что позволяет использовать их в ПЭМ для получения изображения поверхности образца;

- быстрые ВЭ – БВЭ (fast SEs – FSEs), выбитые из внутренних оболочек атомов. Вероятность выбивания быстрых ВЭ мала, но если это происходит, то они забирают до 50% энергии исходных электронов. Таким образом, БВЭ, не представляя проблемы для изображения в ПЭМ, являются проблемой для химического анализа. БВЭ – главное препятствие для расширения возможностей ПЭМ;

- Оже-электроны (Auger electrons). Оже-электронная спектроскопия (ОЭС, AES – Auger electron spectroscopy) – признанный метод химического анализа поверхности. ХРИ не может с ним конкурировать, поскольку слабее поглощается и вылетает со всей толщи образца. ОЭС накладывает особые требования на чистоту поверхности и, как следствие, сверхвысокого вакуума (1^{0-7} Па \geq P $>1^{0-10}$ Па).

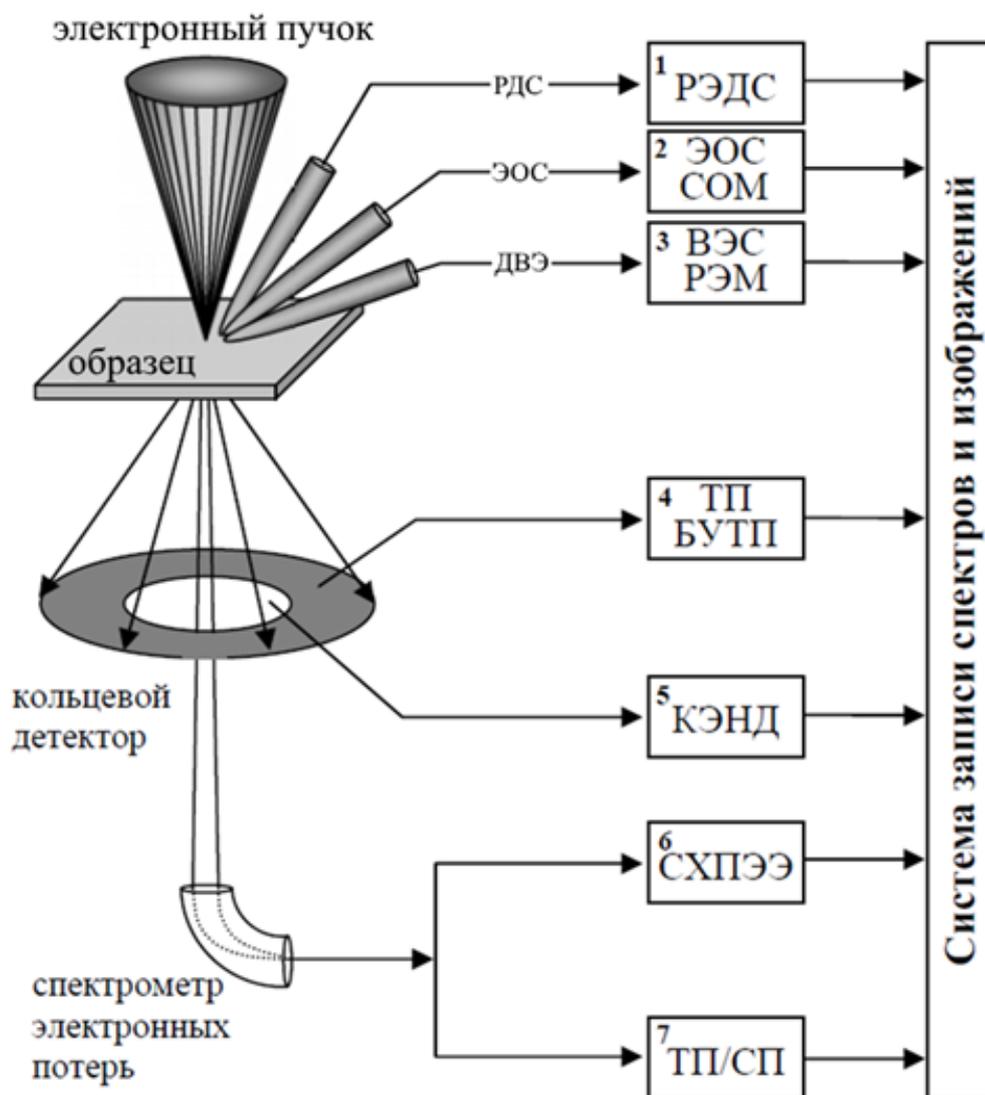
Плазмоны представляют собой продольные коллективные колебания валентных электронов, затухающие в течение фемтосекунд, так что эти волны локализованы в пределах до 10 нм. Генерация плазмонов имеет наибольшее характерное значение энергии от 10 эВ до 20 эВ и является наиболее сильным каналом неупругих потерь [Чеченин 2003; Трофимов 2011].

Фононы являются квантами колебаний решетки, то есть тепла. Если коэффициент теплопередачи образца достаточно высокий (большинство

полупроводников), то образец нагревается незначительно – не более 10 °С. В материалах с низкой теплопроводностью (или в тонких пленках на диэлектрических подложках) при высоких токах пучка электронов (1 мкА) вследствие нагрева может происходить модификация микрообъёма образца (отжиг, изменение фазы, разрушение и т.д.). Нагрев в таких случаях может достигать от единиц до тысяч градусов. Однако при типовых режимах работы (токах зонда ~ 10 нА) изменение или разрушение исследуемого образца не наблюдается [Трофимов 2011].

Если к образцу приложить потенциал или образец содержит р-п переход или барьер Шотки, то электроны и дырки можно разделить в поле прикладываемого потенциала и генерируемый таким образом ток (пикоамперный) можно измерить. Образец является одновременно и детектором. Регистрируемый ток называют иногда «током, индуцированным электронным пучком» или EBIC-сигналом (“electron beam induced current”). Если EBIC-сигнал используется для формирования изображения, то это называется “charge collection microscopy” (CCM) [Чеченин 2003]. Образовавшаяся электронно-дырочная пара может рекомбинировать, при этом энергия будет излучена в виде кванта света. Это явление называется катодоллюминесценцией. Генерируемые кванты света будут лежать в ультрафиолетовом, видимом или инфракрасном диапазоне в зависимости от ширины запрещенной зоны; регистрируя данное излучение, можно исследовать полупроводники, диэлектрики, дефекты и примеси в них [Трофимов 2011].

На основе перечисленных выше видов взаимодействий в ПЭМ осуществляется анализ свойств образцов соответствующими методами, и с помощью информации, полученной с детекторов, вычисляют необходимые данные. На рисунке 2 схематически изображены методы исследования образца и виды анализаторов, используемых для этого [Николичев 2009].



- 1 – Рентгеновская энергодисперсионная спектроскопия (РЭДС)
- 2 – Электронная Оже-спектроскопия/сканирующая Оже-микроскопия (ЭОС/СОМ)
- 3 – Растровая электронная микроскопия (РЭМ), вторично-электронная спектроскопия (ВЭС)
- 4 – Угловые ПЭМ-изображения в темном поле (УТП) большеугольные изображения в ТП (БУТП)
- 5 – Когерентная электронная нанодифракция (КЭНД)
- 6 – Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ)
- 7 – ПЭМ-изображения в темном и светлом поле (ТП/СП)

Рис. 2. Схема просвечивающей электронной микроскопии и основные анализаторы, применяемые в методе [Николичев 2009]

Библиографический список

Чеченин Н. Г. Электронная микроскопия: курс лекций. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003. – 138 с.

Трофимов А.Н., Кузнецов Я.В. Взаимодействие электронного пучка с образцом: учеб. пособие. – СПб.: ЦКП «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2011. – 15 с.

Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. – М.: Техносфера, 2006. – 256 с

Петров В.И., Лукьянов А.Е. Сканирующая микроскопия. Ч.1. – М.: Физический ф-т МГУ, 2001. – 108 с.

Николичев Д. Е. Исследование состава самоорганизованных нанокластеров GExSI1-x/SI методом сканирующей оже-микроскопии : дис... канд. физ.-мат. наук. – Н., 2009. – 142 с.

ЭЛЕМЕНТЫ АНТЕННО-ФИДЕРНОЙ ТЕХНИКИ СВЧ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2016 *О.А. Егоричева*¹, *А.А Слащёв*²,

*О.В. Яковлев*³, *П.А. Косинский*⁴, *Е.С. Лашина*⁵

^{1,2,3}*Курский государственный университет, г. Курск, Россия*

⁴*ФГУП 18 ЦНИИ МО РФ, г. Курск, Россия*

⁵*ООО «ТМА», г. Курск, Россия*

В статье рассматриваются результаты применения аддитивных технологий для изготовления элементов антенно-фидерной тех-

ники. Получена новая модель и методика построения антенных элементов на основе композитного материала.

Ключевые слова: *антенно-фидерная техника, аддитивные технологии, композитный материал.*

Антенно-фидерная техника диапазона сверх- и крайне высоких частот находит широкое применение для передачи радиосигналов в непрерывных каналах связи систем радиосвязи, радиовещания, телевидения, радиотехнических средств. Совершенствование таких систем в направлениях: увеличения количества эксплуатируемых сетей связи, усложнения структуры сетей и увеличения количества линий связи, внедрения технологии интеллектуальных сетей связи, освоения диапазона миллиметровых волн, повышения эффективности использования частотного ресурса путём увеличения позиционности модуляции, возрастания скоростей передачи информации, снижения уровня мощности передаваемых сигналов, расширения сферы использования мобильной связи – требует обеспечения высокого качества непрерывных каналов связи и используемых в них антенных систем. Однако технико-экономические возможности построения высокоэффективных антенн остаются одной из весомых проблем создания современных и перспективных радиоэлектронных систем СВЧ и КВЧ.

Улучшению технических характеристик элементов антенно-фидерных трактов (АФТ), взаимоувязанному с повышением эффективности радиокommunikаций, препятствует низкая технологичность существующих подходов к изготовлению сложнопрофильных антенн, прежде всего по показателям стоимости и длительности. Между тем использование преимуществ развивающегося в настоящее время аддитивного производства может стать основой снижения ресурсоёмкости и повышения оперативности производства элементов АФТ при обеспечении практически произвольной формы излучателей и волноводных структур; наиболее ярко

это должно отразиться на возможностях изготовления многоэлементных фазированных антенных решёток.

В настоящем проекте разрабатываются новая модель и методика построения антенных элементов на основе композитного материала, отличающаяся учётом особенностей аддитивной технологии синтеза последнего и реализацией достаточно высокой проводимости токов в радиочастотном диапазоне.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- выбор направлений использования композитных материалов в производстве элементов антенно-фидерных трактов диапазона сверхвысоких частот;
- выбор путей построения элементов антенно-фидерных трактов диапазона сверхвысоких частот на основе композитных материалов;
- модернизация технологического процесса и изготовление макетов антенных элементов антенно-фидерных трактов.

В качестве объекта исследования были выбраны рупорные антенны диапазона от 1,0 до 40,0 ГГц – это один из основных типов антенн СВЧ диапазона волн. Рупорные антенны относятся к классу апертурных антенн, у которых направленное излучение формируется плоской поверхностью раскрытия [Щесняк 1995]. Это линейно поляризованные антенны, которые имеют: узкую диаграмму направленности, средний коэффициент усиления, низкий коэффициент стоячей волны (КСВ) и постоянный антенный фактор [Проблемы антенной техники 1989]. Благодаря возможности изменения формы, конструкции и материала антенн можно обеспечить различные технические и эксплуатационные характеристики [Монзинго 1986], достаточными значениями которых в рамках проекта выбраны:

- а) коэффициент усиления антенных элементов от 4 до 12 дБ в диапазоне частот от 1 до 26 ГГц;

б) коэффициент стоячей волны по напряжению КСВН – не более 2,5;

в) параметры антенных элементов должны сохраняться при воздействии следующих внешних факторов:

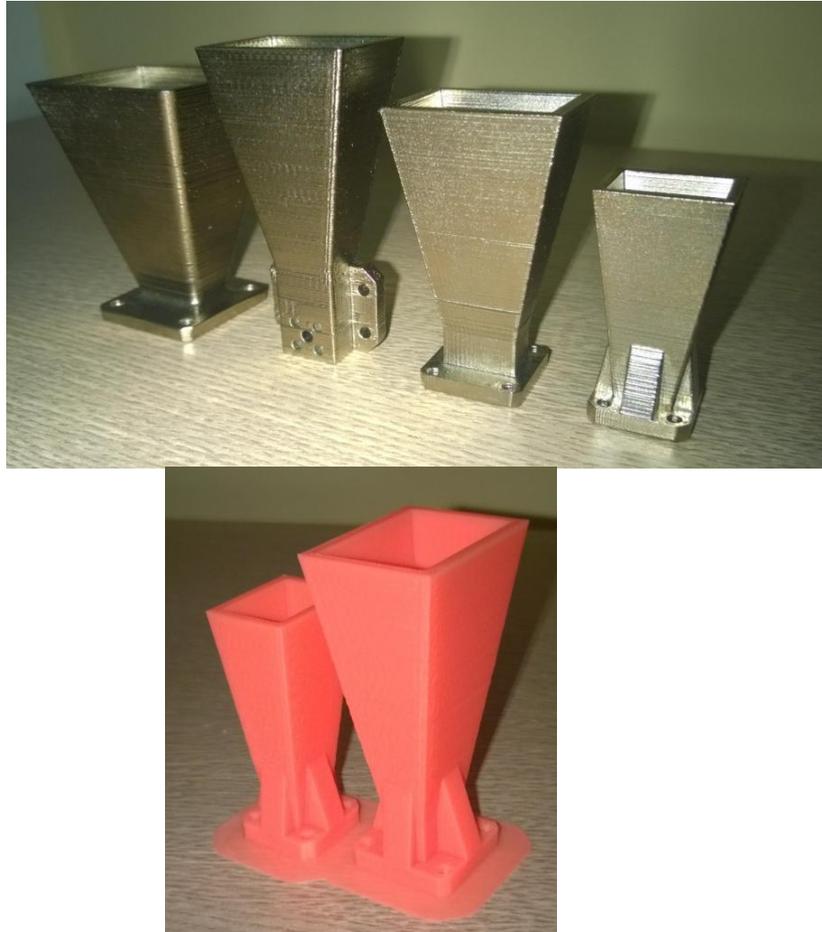
- повышенной рабочей температуры 323 К (50°C);
- пониженной рабочей температуры 253 К (минус 20°C);
- повышенной влажности воздуха 100% при 35°C;
- атмосферных конденсированных осадков (иней и росы).
- механических ударов многократного действия, соответствующих

транспортированию всеми видами транспорта в упакованном виде в средних условиях;

- повышенной предельной температуры 333 К (60°C);
- пониженной предельной температуры 223 К (минус 50°C);
- изменения температуры среды от минус 50 до 60°C.

На текущем этапе реализации проекта разработаны программные средства моделирования (получено свидетельство на программу для ЭВМ «Моделирование композитной рупорной антенны») и построены трехмерные модели номенклатурного ряда рупорных антенных элементов выбранного диапазона частот. На основе данных моделей с помощью 3D принтера Picaso Designer Pro 250 по технологии FDM (Fused Deposition Modeling – моделирование методом наплавления) изготовлено несколько прототипов рупорных антенных элементов, а также коаксиально-волновых переходов для них. При изготовлении прототипов сложные конструкции с «нависающими» частями печатались с использованием поддержек из HIPS пластика компании SEM с последующим растворением в D-Limonene. Прототипы подвергнуты гальванической металлизации в медно-никелевом растворе для формирования токопроводящего слоя.

Изготовленные прототипы элементов АФТ поддиапазонов 1–4, 4–8, 8–12, 12–18, 18–26 и 26–40 ГГц подверглись климатико-механическим испытаниям и измерению электрических параметров, подтвердившим их соответствие предъявляемым требованиям (см. рис.).



Изготовленные макеты элементов СВЧ антенно-фидерных трактов

Дальнейшие исследования направлены на оценку возможностей изготовления разработанных прототипов путём литья полимеров под давлением, технологический процесс которого заключается во впрыскивании расплава полимера под давлением в литьевую форму с последующим его охлаждением.

Библиографический список

Щесняк С.С., Попов М.П. Адаптивные антенны. – СПб.: ВИК-КА им. А.Ф. Можайского, 1995. – 611 с.

Проблемы антенной техники / под ред. Л.Д. Бахраха, Д.И. Воскресенского. – М.: Радио и связь, 1989. – 368 с.

Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию. – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

© 2016 И.Н. Ефимова, О.В. Яковлев

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются возможности и перспективы нечеткого управления аналитическими системами высокого разрешения, такими как просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).

Ключевые слова: *нечеткое управление, ПЭМ*

В теории управления особое внимание всегда уделялось проблеме синтеза математических моделей и алгоритмов управления при недостаточной информации об объекте управления и действующих на него полезных сигналов, и помех [Баер и соавт.]. Этот интерес усилился в связи с

изучением слабоформализованных сложных систем и разработкой принципов и алгоритмов управления этими системами.

Опыт создания систем автоматического управления для сложных технологических объектов в условиях большой неопределённости и неполноты знаний об объекте, нечеткости описаний показал неэффективность применения только формальных классических методов теории управления. Этим объясняется повышенный интерес к невероятностным моделям нечеткости и неопределенности [Жданов, Караваев 2002].

Использование нечеткого управления рекомендуется для очень сложных процессов, когда не существует простой математической модели, а также для нелинейных процессов высоких порядков.

Несколько примеров, где применяется нечеткое управление.

- предотвращение нежелательных флуктуаций (Mitsubishi, Sharp);
- позиционирование приводов в производстве полупроводников wafer-steppers (Canon);
- распознавание движения изображения в видеокамерах (Canon, Minolta).

Просвечивающий электронный микроскоп имеет компьютерную систему управления, которая должна обеспечивать гибкое управление всеми системами микроскопа [Кудинов, Дорохов 2004].

Требования к системе управления ПЭМ:

- автоматизация рабочих и настроечных режимов,
- цифровая система записи изображений в ПК на базе CCD камеры.

Программное обеспечение микроскопа должно реализовать:

- авторежим управления вакуумной системой;
- режим темного и светлого поля;
- режим микродифракции;

- регулирование фокуса и яркости;
- авторежим управления фотокамерой;
- возможность подключения цифровой системы записи изображений.

Недостатком существующих систем управления ПЭМ является ограниченное разрешение по глубине. Информация о рассеянии электронов в ПЭМ-изображениях исходит из трехмерного образца, но проецируется на двумерный детектор. Следовательно, информация о структуре, получаемая вдоль направления электронного пучка, взаимонакладывается на плоскости изображения [elib.spbstu.ru].

Системы управления, основанные на знаниях, сочетают в себе алгоритмы, использующие, помимо экспертных знаний, аналитические и конструкторские знания об объекте управления и действующих сигналах. С другой стороны, развиваются методы построения нечетких регуляторов на основе современных тенденций в теории управления. Например, на основе идей систем с переменной структурой, многомерных, многосвязных систем, обучающихся градиентных и нейронных алгоритмов и др.

Выяснилась связь между классическими методами синтеза регуляторов и нечеткими регуляторами [www.gotai.net]. В ряде случаев классические подходы дают возможность улучшить теоретическое обоснование построения нечетких алгоритмов. Нечеткие регуляторы доказали свою эффективность при управлении статическими объектами и постепенно завоевывают все более широкие области применения в управлении динамическими системами. Они сохраняют работоспособность в условиях помех и погрешностей измерения и достаточно быстро учитывают и настраиваются на меняющиеся условия снижая тем самым потери от неэффективного управления.

Библиографический список

Баер П., Новак С., Винклер Р. Введение в нечеткую логику и системы нечеткого управления [Электронный ресурс]. – URL: <http://softlab.od.ua/algo/neuro/fuzzy-intro/> (дата обращения: 05.09.2006).

Жданов А.А., Караваев М.В. Применение нечеткой логики в имитационной системе автономного адаптивного управления // Труды Института системного программирования РАН . –2002.– №3

Кудинов Ю.И., Дорохов И.Н., Пащенко Ф.Ф. Нечеткие регуляторы и системы управления // Труды Института системного программирования РАН . –2004 .– №3

Нечеткие системы управления динамическими объектами на основе микроконтроллеров [Электронный ресурс]. – URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/531/chapter6.html> (дата обращения: 05.09.2006).

Введение в нечеткую логику и системы нечеткого управления [Электронный ресурс]. –URL:<http://www.gotai.net/documents/doc-l-fl-001.aspx> (дата обращения: 05.09.2006).

ВЛИЯНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

© 2016 А.А. Звигинцева, М.С. Худицын

АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова» г. Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты ДСК-исследования композиционных теплоаккумулирующих материалов, модифицированных функциональными наноразмерными наполнителями.

Ключевые слова: *теплоаккумулирующие материалы, наноразмерные наполнители, композиционные материалы.*

В настоящее время в различных областях техники широкое применение находят теплоаккумулирующие материалы (ТАМ). Они служат для теплозащиты, аккумулирования солнечного тепла, для обеспечения требуемых температурных режимов работы техники.

Одним из механизмов аккумулирования тепловой энергии является аккумулирование на основе фазовых переходов (плавление-кристаллизация) различных материалов [Данилин и соавт.2004]. Для достижения определенных теплоаккумулирующих свойств создаются композиционные материалы – многокомпонентные материалы, состоящие, как правило, из пластичной основы (матрицы), содержащей различные наполнители, придающие материалу те или иные свойства.

Наполнители ТАМ можно разделить на два вида:

- фазопереходные теплоаккумулирующие (активный наполнитель);
- функциональные модифицирующие, улучшающие технологические и эксплуатационные свойства [Бекман, Гилли 1987].

Целью работы являлась модификация теплоаккумулирующего материала функциональными наноразмерными наполнителями с целью повышения его теплофизических и эксплуатационных характеристик.

Традиционно в теплоаккумуляции используются воски, так как энтальпия плавления и температурный интервал плавления восков изменяются в довольно широких пределах. В качестве активного плавящегося вещества было решено использовать сплав бурогоугольного и полиэтилено-

вого восков в соотношении, дающем улучшенные температурно-временные характеристики (по данным исследования ДСК).

Высокие теплоаккумулирующие свойства проявляют ТАМ с кристаллогидратами (за счет потерь и превращений воды), поэтому восковой состав модифицировался тетраборатом натрия 10-водным.

В качестве функциональных модифицирующих наполнителей были выбраны материалы, образующие устойчивую пространственную структуру: сепиолит (сложный силикат магния, иглообразные частицы диаметром менее 100 нм) и аэросил (коллоидный диоксид кремния, частицы 5–40 нм). Введение данных добавок способствует равномерному распределению активных наполнителей в матрице и препятствует их оседанию в процессе фазовых превращений [Чвалун и соавт. 2008; Шабалина, Боровская 2004].

Таким образом, были изготовлены шесть образцов ТАМ разных составов. Теплофизические характеристики материалов (температурный интервал, энтальпия, теплоемкость) исследовались по методу дифференциальной сканирующей калориметрии на приборе DSC823^е фирмы "METTLER TOLEDO". Интервал исследуемых температур: (65–180)°С. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа ДСК

Наименование вещества	Температура плавления, °С	Удельная энтальпия плавления, Дж/г	Удельная теплоемкость, Дж/г·°С
Образец №1 (сплав восков)	69.37–92.68	92.22	–
Образец №2 (воски + бура)	70.91–90.57	85.12	6.86 при 86.44 °С 11.57 при 175.88 °С
Образец №3 (воски + бура + аэросил)	67.84–101.33	104.41	5.71 при 86.43 °С 6.74 при 142.72 °С

Наименование вещества	Температура плавления, °С	Удельная энтальпия плавления, Дж/г	Удельная теплоемкость, Дж/г·°С
Образец №4 (воски + бура + сепиолит)	71.92–88.87	69.58	6.54 при 86.49 °С 4.03 при 142.88 °С
Образец №5 (воски + бура + сепиолит + аэросил)	72–90	68.28	7.07 при 86.37 °С 6.19 при 139.28 °С
Образец №6 (воски + сепиолит + аэросил)	68.71–90.94	100.2	6.88 при 86.56 °С

Результаты эксперимента наглядно демонстрируют изменения теплофизических характеристик композиционного теплоаккумулирующего материала в процессе модификации его функциональными наполнителями. Следует отметить, что каждый наполнитель имеет свое особенное влияние на отдельную теплофизическую характеристику (температурный интервал, энтальпию, теплоемкость) и на совокупность характеристик композиции.

Эксперименты выявили, что различные сочетания наполнителей меняют характеристики теплоаккумулирующего материала. Так, например, введение в воски буры не оказывало существенного влияния на температурный интервал и энтальпию материала, однако данный состав имел два достаточно больших значения теплоемкости в исследуемом интервале температур. Модификация вышеназванного состава аэросилом уменьшило числовые значения теплоемкости, однако имела положительное влияние на энтальпию, расширила температурный интервал плавления и сократила разрыв между значениями теплоемкости. Добавление к предыдущему составу сепиолита позволило повысить теплоемкость по сравнению с предыдущим образцом, однако добавка негативно повлияла на энтальпию, не затронув при этом температурный интервал. Исключение из состава буры (имеется ввиду образец только с сепиолитом и аэросилом), хотя и лишило материал второго максимума теплоемкости, присущего буре, позволило

получить образец с расширенным температурным интервалом (по сравнению с исходным воском), увеличенной энтальпией и хорошей теплоемкостью, расположенной в интервале температур плавления.

Несмотря на то что каждая рецептура имеет свои достоинства и недостатки, решено было выделить две рецептуры, как обладающие наиболее полным набором теплофизических свойств. Это образец №3 (воски + бура + аэросил) – самый широкий температурный интервал, самая большая энтальпия, два максимума теплоемкости с уменьшенным разрывом между ними при средних показателях теплоемкости; а также образец №6 (воски + сепиолит + аэросил) – увеличенный температурный интервал (по сравнению с воском), высокая энтальпия, удовлетворительная теплоемкость.

Принимая во внимание все вышеизложенное, можно сделать вывод, что вариацией состава и структуры функциональных наполнителей можно получить новый теплоаккумулирующий материал с требуемым набором свойств, необходимым для решения той или иной технологической задачи. Таким образом, композиционные ТАМ являются перспективным направлением теплоаккумуляции.

Библиографический список

Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. – М.: Мир, 1987.

Данилин, В. Н. Теплоаккумулирующие материалы на основе фазопереходных веществ природного происхождения / В. Н. Данилин, С. Г. Шабалина, Л.В.Боровская // Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. Электронный научно-технический журнал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – 2004. – Вып. 2. – URL:<http://fh.kubstu.ru/fams/> (дата обращения: 03.09.2006).

Официальный сайт компании «Evonik Degussa AG» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aerosil.com> (дата обращения: 03.09.2006).

Чвалун С. Н. Полимер-силикатные нанокомпозиты: физико-химические аспекты синтеза полимеризацией *in situ* С. Н. Чвалун, Л. А. Новокшонова, А. П. Коробко, П. Н. Бревнов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. Т 52.– № 5. – С. 52-57.

Шабалина С.Г., Данилин В.Н. Классификация теплоаккумулирующих материалов, содержащих высокомолекулярные соединения // Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. Электронный научно-технический журнал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – 2004. – Вып. 2.– URL: <http://fh.kubstu.ru/fams/> (дата обращения: 03.09.2006).

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕМРИСТОРОВ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

**© 2016 В.В. Колосова, И.Д. Тупицына,
Д.С. Сокуренок**

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются проблемы и перспективы развития мемристорной технологии. Рассмотрено применение мемристоров в разных научных направлениях

Ключевые слова: *мемристор, МДМ-структура, флэшристор.*

В последние несколько десятилетий идеи создания высокоэффективных биоподобных процессоров обретают все большую реальность в прикладных исследованиях. Это связано с развитием такого направления, как создание и применение мемристоров

Мемристор можно определить как пассивный элемент электрической цепи, сопротивление которого некоторым образом зависит от прошедшего через него заряда. После отключения напряжения в цепи мемристор не изменяет свое состояние, то есть «запоминает» последнее значение сопротивления.

Существование мемристора было теоретически предсказано американским исследователем Чуа в 1971 г. [Chua 1971]. Он выдвинул и математически обосновал гипотезу о том, что есть четвертый базовый элемент электрических цепей – наряду с индуктивностью, конденсатором и резистором. Он предположил, что поток и заряд связаны через «отсутствующий» элемент – мемристор, обладающий «мемристивностью» M (рис. 1)

[Strukov et al. 2008].

$$d\phi = M \cdot dq, \quad (1)$$

$$v = M(q) \cdot i. \quad (2)$$

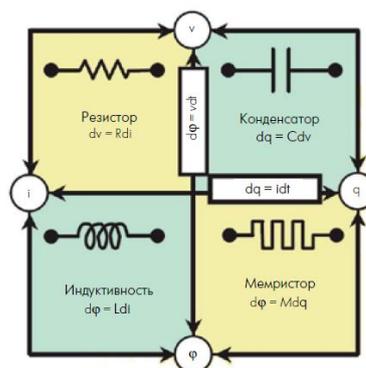


Рис. 1. Четыре базовых элемента электрических цепей: резистор, конденсатор, индуктивность и мемристор

В 2008 г. группа исследователей из компании HP во главе со Стэнли Уильямсом наконец создала реальный мемристор. Мемристор, разработанный группой Уильямса, представлял собой тонкий слой полупроводникового материала, размещенный между двумя металлическими контактами (рис. 2).

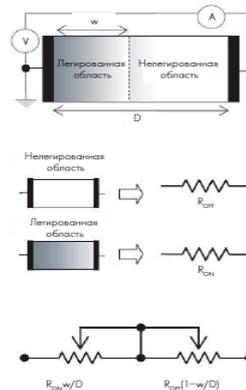


Рис. 2. Структура и эквивалентная цепь мемристора

$$w(t) = \mu_v \frac{R_{ON}}{D} q(t) \quad (3)$$

Из выражения (3) следуют два важных вывода. Во-первых, сопротивление зависит от суммарного заряда, прошедшего через мемристор. Во-вторых, мемристивность резко увеличивается с уменьшением D [Waser, Aono 2007].

Вольт-амперная характеристика представлена петлей гистерезиса (рис. 3).

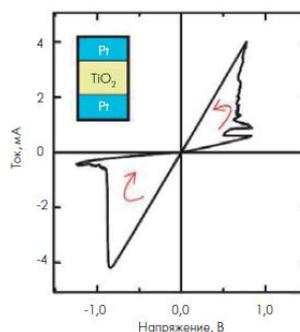


Рис. 3. Экспериментальная вольт-амперная характеристика мемристора на основе двуокиси титана

Рассмотрим распространённый тип мемристоров, резистивный эффект в котором обусловлен реакцией восстановления/окисления оксида, используемого в качестве диэлектрика МДМ-структуры мемристора. Реакции восстановления/окисления оксида сопутствует дрейф ионов кислорода и, соответственно, вакансий кислорода по глубине слоя оксида. Вакансии кислорода являются ловушками для электронов, по которым происходит перенос заряда от одного металлического электрода к другому [Strukov et al. 2008]. В зависимости от концентрации вакансий кислорода и их распределения в оксиде МДМ-структура может находиться в высокоомном или низкоомном состоянии. Для достижения стабильного эффекта резистивного переключения необходимо уметь контролировать концентрацию вакансий кислорода в оксидном слое. На рисунке 4 схематично представлен процесс окисления-восстановления в МДМ-структуре Pt/TiO₂/Pt.

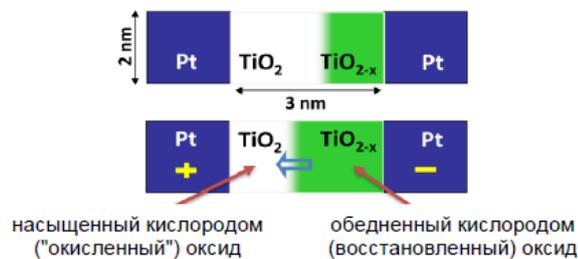


Рис. 4. Иллюстрация процесса окисления/восстановления в TiO₂, который приводит к резким изменениям проводимости МДМ-структуры

Перспективы применения такого элемента обширны – от скорого создания искусственного интеллекта до появления устройств памяти нового поколения, которые уже сегодня являются сверхэффективными и

К сожалению, время записи и стирания информации в флэшристор сверхкомпактными разработками по сравнению с классической DRAM и Flash-памятью.

Группа исследователей из университета Бингеля и университета Билкент Турция, разработали новый электронный прибор, который получил название флэшристор [Johnson 2010].

Канал флэшристора состоит из слоя ищ оксида цинка, связанного с истоком и стоком алюминиевыми контактами. Туннельный барьер толщиной 15 нанометров изготовлен из окиси гафния; и этот барьер позволяет электронам переходить в одну сторону, от канала транзистора к плавающему затвору, представляющему собой слой нитрида кремния толщиной 5 нанометров. Этот плавающий затвор отделен от основания из р-кремния, которое действует как традиционный затвор, изолирующим слоем окиси алюминия [Merritt].

пока являются слишком длинными, выполнение этих процессов занимает одну секунду времени.

Группа исследователей, в состав которой вошли исследователи из нескольких китайских университетов и нескольких университетов из Великобритании, разработали структуру и изготовили опытные образцы электронных устройств-мемристоров, которые состоят из органического белка и небольшого количества магния и вольфрама. Путем высушивания из белковой жидкости была сформирована тончайшая пленка, которая использовалась в качестве диэлектрика интегральной схемы. Нанесенные поверх этой пленки магниевые и вольфрамовые электроды превращают её в ячейку мемристора с достаточно неплохими характеристиками.

В отличие от классических элементов, которые демонстрируют постоянный отклик на внешние сигналы, мемристор способен запоминать воздействия, приложенные к нему ранее, и, таким образом, может хранить информацию. Перспективы применения такого элемента обширны – от скорого создания искусственного интеллекта до появления устройств памяти нового поколения. Главным препятствием на пути коммерческого распространения мемристорных технологий можно назвать тот факт, что

на данный момент они плохо оптимизированы для массового производства в связи с использованием дорогостоящих и редких металлов. Но работы в направлении преодоления этой проблемы уже ведутся.

Библиографический список

Chua L.O. Memristor – the missing circuit element // IEEE Trans. Circuit Theory. – 1971. – V.18. – P.507–519.

Strukov D.B., Snider G.S., Stewart D.R., Williams R.S. The missing memristor found // Nature letters. – 2008. – V.453. – P.80–83.

R. Waser, M. Aono. Nat. Mater. – 2007. – V.6. – P. 833.

D.B. Strukov, G.S. Snider, D.R. Stewart, R.S. Williams. Nature. – 2008. – V.453. – P.80.

Johnson R.C. End of the CPU? HP demos configurable memristor. – URL: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1173507(дата обращения: 30.08.2016).

Merritt R. HP researcher predicts memory-centric processors. – URL: www.eetimes.com/electronicsnews/4199856/HP-researcher-predicts-memory-centricprocessors (дата обращения: 30.08.2016).

ПРОЦЕССЫ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИИ В ПМС-50 С ЛЕЗВИЙНОЙ И ОСТРЯКОВОЙ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОДОВ

**© 2016 А.И. Колпаков, А.Е. Кузько, И.А. Шабанова,
А.В. Кузько, В.Н. Шибяев**

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследования электроконвекции в ПМС-50 для лезвийных электродов с различной формой инжектирующих заряды структур. Обнаружено образование двух видов нитей, индуцированных полимеризацией в области неоднородных локальных полей

Ключевые слова: *полимерные нити, ПМС-50, электроконвекция.*

Изучение конвекции слабопроводящих жидкостей в электрическом поле актуально с практической точки зрения в связи с проблемой управления конвекцией и тепло- и массопереносом в различных технологических ситуациях. Результаты исследований в электрогидродинамике могут быть использованы в прикладных областях, связанных с практическим применением ЭГД процессов: в технике [Болога и соавт. 1998], в космических технологиях в условиях невесомости [Авдуевский, Успенский 1989]. С помощью электрического поля можно эффективно удалять газовые пузырьки из жидкости, усиливать коагуляцию взвешенных в углеводородной жидкости капель воды. Перспективными являются ЭГД расходомеры для органических жидкостей, ЭГД устройства для диагностики качества моторных масел, ЭГД компрессоры для холодильных машин. ЭГД процессы применяются в электрокаплеструйных технологиях [Ландау, Лифшиц 1982] для нанесения покрытий или надписей на поверхности сложной формы при помощи струй заряженных порошков или капель чернил, а также для распыления в сильном электрическом поле растворов ядохимикатов при обработке растений. Можно перечислить и другие применения: в электрофилтрах для очистки диэлектрических жидкостей от примесей, в ЭГД эмульгаторах, в ЭГД регуляторах потока жидкости и в различных других технологических ситуациях и устройствах.

Одними из перспективных жидкостей для электроконвективных теплообменных устройств являются кремнийорганические. Они обладают высокой химической стойкостью, низким давлением насыщенных паров и, следовательно, высокой температурой кипения, могут иметь однофракционный состав, что удобно для изучения; с малой степенью полимеризации кремнийорганические жидкости имеют маленькую вязкость, а также они обладают высокой теплопроводностью, что важно с точки зрения электроконвективного теплообмена. В работе А.Е. Кузько [2014] показаны особенности протекания ЭГД-процессов в плоскопараллельной системе наноструктурированных электродов. Экспериментально было обнаружено появление пористой плёнки, которая при пробое могла отслаиваться от поверхности электрода. Электрохимические процессы протекающие в области усиления вершинами наноструктур локальных электрических полей приводят к видимой полимеризации молекул ПМС-50. С одной стороны, обнаруженное явление накладывает ограничения на использование данной жидкости в качестве рабочей для ЭГД-теплообменников, с другой – электрическое поле индуцирует процессы полимеризации, что само по себе может быть использовано в химических производствах.

Для изучения возможностей использования полиметилсилоксановых жидкостей в ЭГД устройствах, а также для изучения влияния на них высоковольтных электрических полей, в том числе процесса полимеризации, создана установка. В основе её – измерительная ячейка в форме прямоугольного параллелепипеда из оргстекла с размерами $40 \times 40 \times 20$ мм³ (рис. 1), для визуализации течений в которой предусмотрена яркая светодиодная подсветка. Закреплялись электроды пластинами из оргстекла (с формой, исключаяющей поверхностную проводимость при электроконвекции) посредством винтов.

Внутри ячейки заливалась полиметилсилоксановая жидкость ПМС-50, с отсутствием механических примесей и содержанием воды по паспорту $< 0,01\%$. Высоковольтный потенциал на электроды подавался источником высокого напряжения «Мантигора» НТ-6000Р, управление которым производилось прикладным программным обеспечением.

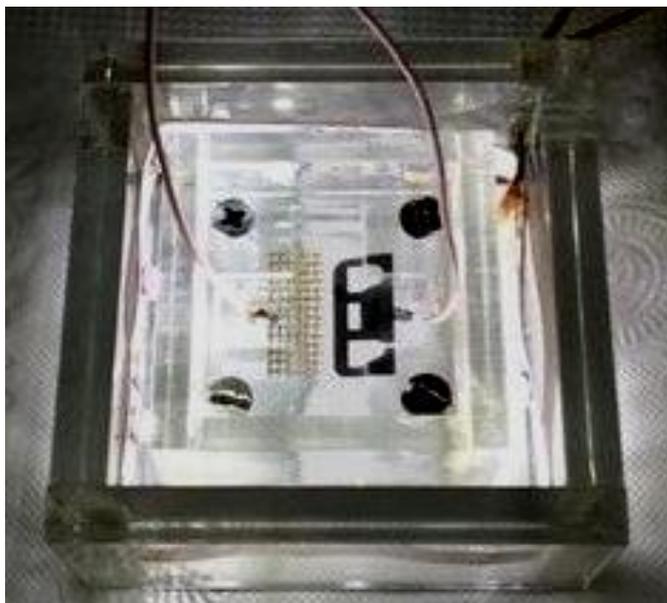


Рис. 1. Ячейка в собранном состоянии, помещенная в осветительную конструкцию

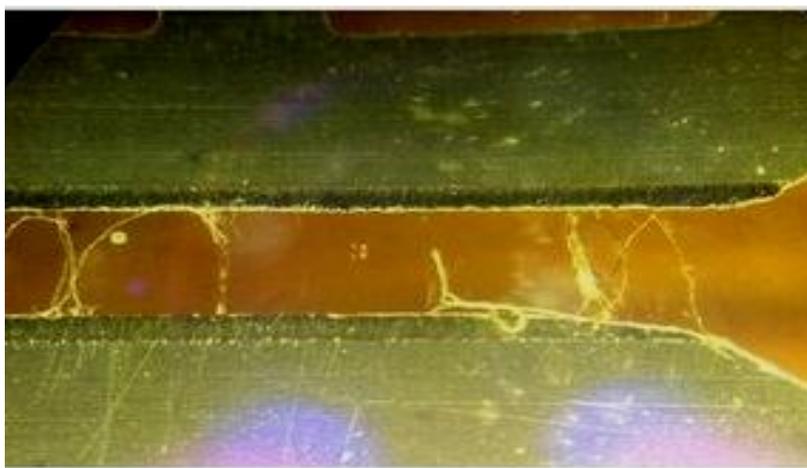


Рис. 2. Образование полимеризационных нитей в системе «лезвие–лезвие»

Электроды устанавливаются на расстоянии друг от друга 1 мм в одной плоскости. Высоковольтный положительный потенциал (относительно

земли) подавался на сменные электроды, а на лезвии был нулевой потенциал («земля»). Видеосъёмка возникающих микро-ЭГД течений велась с помощью оптического микроскопа. При подаче на электроды разности потенциалов 1 кВ наблюдаются электроконвективные течения, а при напряжении до 1,5 кВ дополнительно к электроконвекции возникает образование подвижных нитей между электродами. С какого именно электрода растёт нить и является ли её последовательный рост – установлено не было. Возникновение каждой нити, как показывают наблюдения, – факт неожиданный. Вероятно, что нити возникают в межэлектродном объёме при развитии разряда, подобно стримерному, с одновременным разрывом определённой химической связи в молекуле с образованием радикала и последующим этапом полимеризации с соседними молекулами. Обнаружить отличие в образовании нитей с разными типами электродов по отношению к их полярности не удалось.

При уменьшении разности потенциалов до нуля при внешнем механическом воздействии нити тонут, что свидетельствует в пользу полимеризации. При образовании нитей под действием пондеромоторных сил происходит их втягивание в области самых больших напряжённостей электрических полей, достройка их дополнительно образовавшимися участками и замыкание их концов на самых близких участках противоположных электродах. В таком положении нити приводят к увеличению проводимости межэлектродного промежутка за счёт их поверхностной проводимости. В системе электродов «лезвие-лезвие» при относительном равенстве напряжённостей по всей длине межлезвийного промежутка преимущественного расположения нитей обнаружено не было. Так, на рисунке 2 показано расположение нитей при разности потенциалов 3 кВ в системе электродов «лезвие–лезвие». При замене лезвия с положительной полярностью на электрод с мелкими регулярными неоднородностями (по высоте $h \sim 120$ мкм, шаг $d \sim 260$ мкм), по сравнению с межэлектродным расстоянием ($H =$

1 мм), наблюдается привязка структур, однако регулярного и частого расположения нитей не наблюдается. На рисунке 3 показана полимеризация при электроконвекции в системе электродов «лезвие–сетка с мелким шагом» при напряжении в 3 кВ.

На рисунке 4 показана полимеризация в системе электродов «лезвие–сетка с крупным шагом» ($h \sim 500$ мкм, $d \sim 1000$ мкм) при напряжении в 2.5 кВ. Обнаружено, что частота появления нитей увеличилась, они стали концентрироваться к каждой вершине структур сетчатого электрода. Также обнаружилось появление светлых и тёмных нитей. Оценка, [Кузьменко и соавт. 2013] по выражению приводит ко вдвое большему коэффициенту усиления электрического поля в случае электрода с большей сеткой.

$$\beta = \frac{h}{d} \left(1 + \frac{d}{H} \right)$$

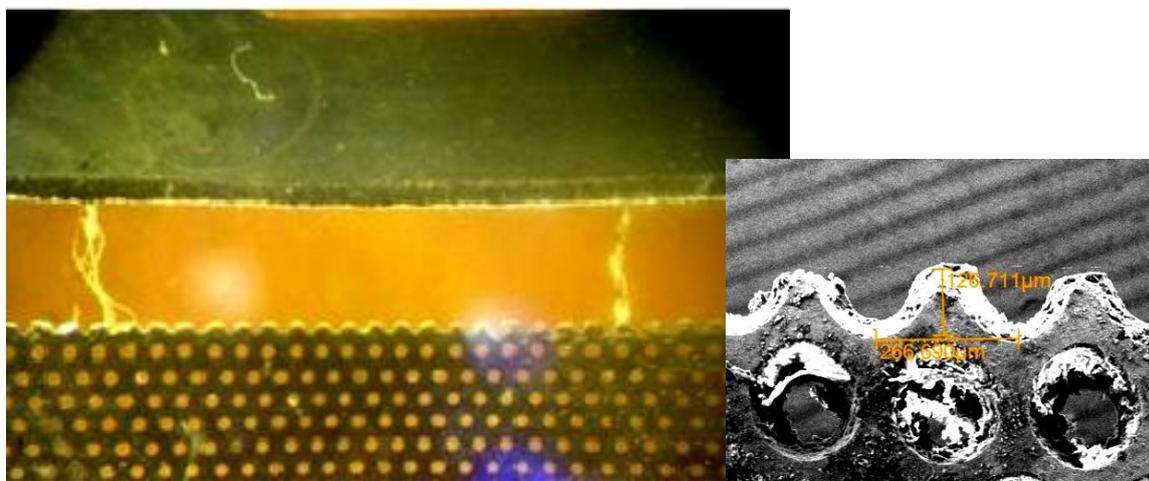


Рис. 3. Образование полимеризационных нитей в системе «лезвие–сетка с мелким шагом»

Исследование элементного состава нитей на энергодисперсионном спектрометре рентгеновских квантов показало, что атомный состав светлых нитей соответствует брутто-формуле полиметилсиллоксановой жидкости, что подтверждает процесс полимеризации, который не меняет относительный состав атомов. В составе тёмных нитей обнаруживаются в

небольшом количестве (~ 3%) атомы Fe, которые, вероятно, перешли в результате электрохимической реакции с поверхности лезвия в состав нитей.

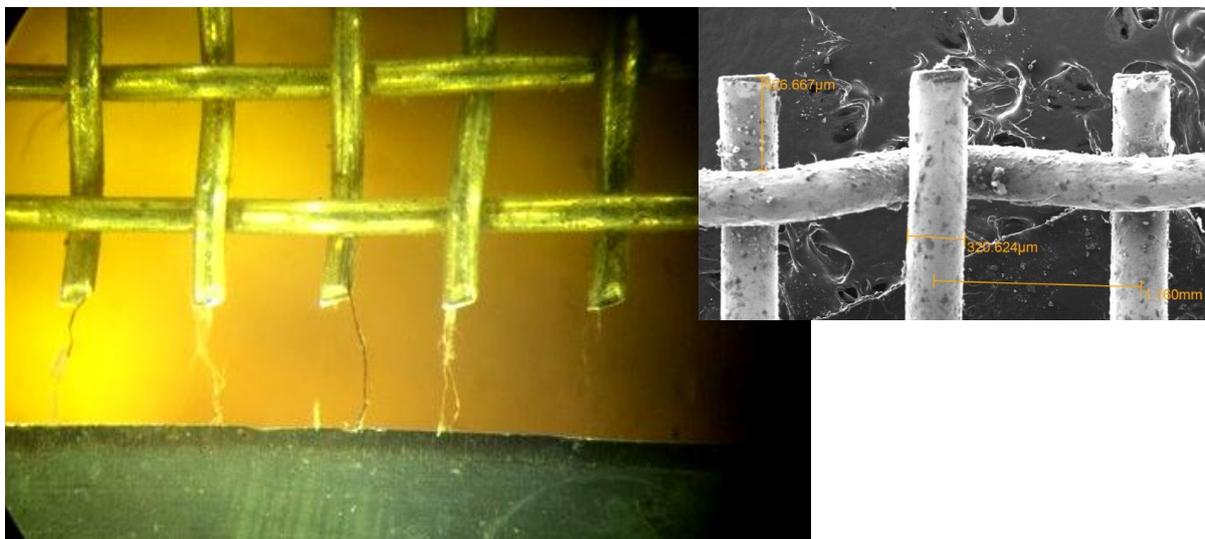


Рис. 4. Образование полимеризационных нитей в системе «лезвие–сетка с крупным шагом»

Таким образом, несмотря на превосходство в характеристиках ПМС-50 по сравнению с углеводородными диэлектрическими жидкостями по отношению к обычному теплообмену, в высоковольтных электрических полях полиметилсиллоксановые жидкости полимеризуются, что затрудняет их использование в эффективных ЭГД-устройствах. Требуется поиск добавок, блокирующих полимеризацию в высоковольтных полях и эрозию материала электродов в рабочую жидкость.

Библиографический список

Панкратьева И.Л., Полянский В.А. Моделирование электрогидродинамических течений в слабопроводящих жидкостях // ПТМФ. –1995. –Т. 36. – С. 36–44.

Болога М.К., Кожухарь И.А., Кожевников И.В., Сажин Т.М. Электрогидродинамические процессы и устройства // Современные проблемы

электрофизики и электрогидродинамики жидкостей : доклады V Междунар. науч. конф. –СПб., 1998. – С. 147–151.

Малахов А.В. К вопросу о типах (классификации) электрогидродинамических насосов // Современные проблемы электрофизики и электрогидродинамики жидкостей: доклады V Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 223–236.

Авдеевский В.С., Успенский Г.Р. Космическая индустрия. – М.: Машиностроение, 1989. – 568 с.

Безруков В.И. Основы электрокаплеструйных технологий: –СПб.: Судостроение, 2001. – 246 с.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред. – М.: Наука, 1982. – 736 с.

Emelyanov S.G., Kuz'ko A.E., Kuz'ko A.V., Kuzmenko A.P., Belov P.A.

Induction of Polymerization of the Surface Nanostructures of the Electrodes by Electric Field // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2014. – Vol. 6, No 3.– 03057(3pp)

Emelyanov S.G., Kuz'ko A.E., Kuz'ko A.V., Ryapolov P.A. Study of Capacitive and Electrical Conductivity Characteristics of the System «Nanostructured Electrodes - Dielectric Liquid» // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2014. – Vol. 6, No 3.– 03058(4pp)

Кузько А.Е. Особенности изменения микрорельефа поверхностей электродов при электроконвекции в ПМС-50 // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. – 2014. –№ 1.– С. 24–30.

Кузьменко А.П., Кузько А.Е., Тимаков Д.И. Влияние на зарядообразование электрических полей на поверхностях наноструктурированных электродов // ЖТФ. – Т.83, вып. 2. – 2013. – С. 91–96.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НИТЕЙ, ОБРАЗОВАННЫХ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИИ

© 2016 А.Е. Кузько, А.В. Кузько, А.И. Колпаков

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты СЭМ-исследования полимерных нитей, образующихся при электроконвекции в системе «лезвие–лезвие» в ПМС-50.

Ключевые слова: полимерные нити, ПМС-50, электроконвекция.

В работе [Колпаков и соавт. 2015] рассматривается экспериментальная установка, в основе которой – измерительная ячейка в форме прямоугольного параллелепипеда из оргстекла с размерами 40 мм ×40 мм ×20 мм (рис. 1). Для визуализации течений предусмотрены яркая светодиодная подсветка (светодиодная лента, расположенная по периметру ячейки), а также микроскоп, в котором при ярком свете видны любые неоднородности и включения.

В ходе работы было обнаружено, что при подаче на электроды разности потенциалов 1 кВ наблюдаются электроконвективные течения, а при

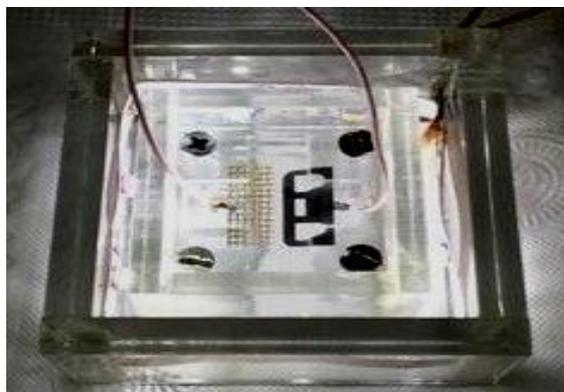


Рис. 1. Ячейка в собранном состоянии,

напряжениях от 1 кВ до 1.5 кВ вместе с электроконвекцией между электродами образуются полимерные нити, длина которых равна межэлектродному расстоянию, то есть нити как будто «замыкают» электроды. Эти нити были извлечены из ПМС-50 после конвекции иглой шприца. Затем в течение пяти дней по два часа в день образцы высохли до полного исчезновения капель жидкости, при этом нить поменяла цвет с белого на черный, что свидетельствует о поглощении света и позволяет высказать предположение о том, что образовавшиеся нити состоят не только из звеньев силикона (белые нити), но содержат и другие сорта атомов, что можно проверить с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL 6610LV (рис. 2) регионального центра нанотехнологий ЮЗГУ с использованием энергодисперсионного рентгеновского спектрометра (EDS) для определения атомного состава.



Рис. 2. Сканирующий электронный микроскоп JEOL 6610LV

С использованием приставки EDS был получен спектр нити (рис. 3), который показывает, что в составе этих нитей, кроме углерода, кислорода и кремния, присутствуют атомы железа, которые, предположительно, могли появиться при инжектировании атомов железа с электрода в ПМС-50.

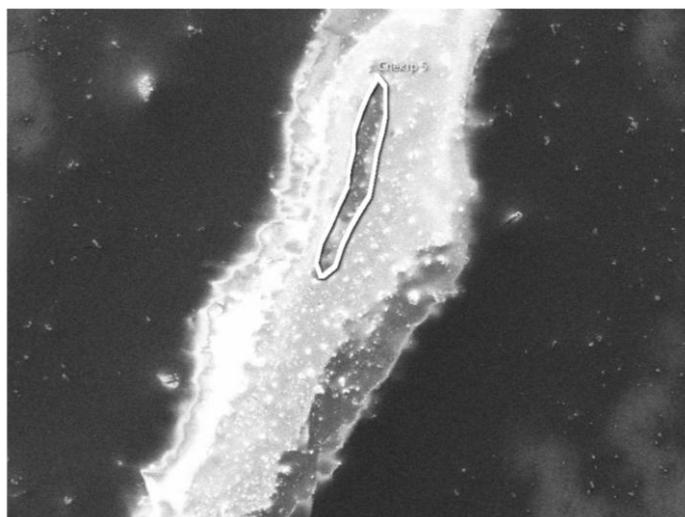


Рис. 3. Спектр нити

Элемент	Вес%	Название эталона
C	41.13	C Vit
O	25.06	SiO ₂
Al	0.26	Al ₂ O ₃
Si	30.73	SiO ₂
Fe	2.83	Fe
Сумма:	100.00	

Для того чтобы подтвердить предположение о том, что электроды длиной 15 мм и шириной 5 мм, в качестве которых использовались кассеты для бритвенного станка известной марки Gillet (рис. 4), изготовлены из железа, были полученные их EDS-спектры (рис. 5), которые показали, что в лезвия состоят из железа (75%) с небольшим содержанием хрома (12%) (лезвия из хромированного железа).

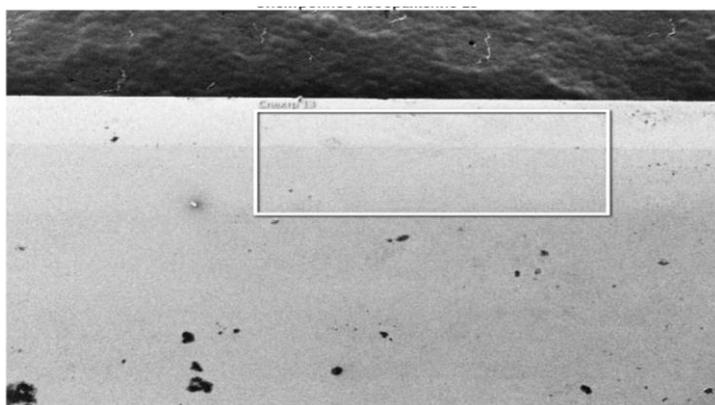
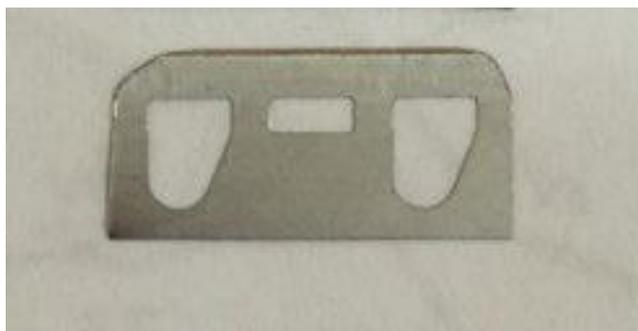


Рис. 4. Электрод «лезвие»

Элемент	Вес.%	Название эталона
C	10.49	C Vit
Si	0.81	SiO2
Cr		Cr
Mn	1.02	Mn
Fe	75.50	Fe
Сумма:	100.00	

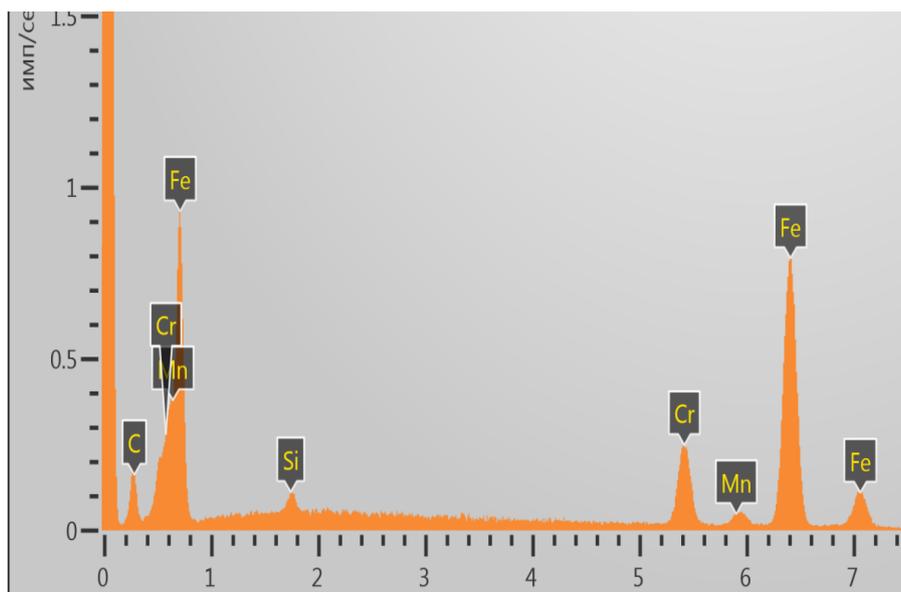


Рис. 5. EDS-спектр

В результате работы можно сделать вывод, что при электроконвекции для возникновения течений и образования полимерных нитей с электродов в жидкость впрыскиваются не только электроны, но и ионы кристаллической решетки электрода и происходит постепенное разрушение электрода. Возможно, найденное явление может быть использовано для изготовления полимерных нитей определенной длины, равной межэлектродному расстоянию, и состава, зависящего от материала электрода.

Библиографический список

Колпаков А.И., Кузько А.Е., Шабанова И.А., Кузько А.В., Шибяев В.Н. Особенности электроконвекции в лезвийных и острьяковых системах электродов в ПМС-50 // Прогрессивные технологии и процессы: сб. науч. ст. 2-й Междунар. молодеж. науч.-практич. конф. Т. 2. – Курск, 2015. – С. 74–79.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЛОКАЦИИ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ И ДИАГНОСТИКЕ

© 2016 А.А. Кошелевская

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются перспективы разработки ультразвукового локатора ближнего действия для измерения времени задержки и затухания в жидкости.

Ключевые слова: *пьезокристалл, ниобат лития, ультразвуковая технология.*

Ультразвуковая технология – одна из немногих технологий, позволяющая проводить измерения в любых средах: твердых телах, жидкостях и газах. Поэтому ультразвуковые измерительные приборы получили очень широкое распространение в различных отраслях. Объясняется это тем, что ультразвуковые приборы имеют ряд существенных преимуществ перед остальными средствами измерения. Когда при выборе того или иного метода измерения в качестве приоритетных ставятся такие критерии, как высокая точность, то предпочтение, как правило, отдают именно ультразвуковому методу.

Сегодня практическое использование ультразвука – это прежде всего применение волн малой интенсивности для измерений, контроля и исследований внутренней структуры различных материалов и изделий. Высокочастотные используются для активного воздействия на различные вещества, что позволяет изменять их свойства и структуру.

Для получения ультразвука используются три явления: обратный пьезоэлектрический эффект, магнитострикция и электрострикция [Савельев 2007].

Обратный пьезоэлектрический эффект состоит в том, что пластинка, вырезанная определенным образом из кристалла кварца, под действием электрического поля сжимается или удлиняется в зависимости от направления поля. Если поместить такую пластину между обкладками плоского конденсатора, на которые подается переменное напряжение, то пластина придет в вынужденные колебания. Колебания пластины передаются частицам окружающей среды (воздуха или жидкости), что и порождает ультразвуковую волну.

Явление магнитострикции состоит в том, что ферромагнитные стержни изменяют свои линейные размеры под действием магнитного поля, направленного по оси стержня. Поместив такой стержень и переменное магнитное поле, мы вызовем в стержне вынужденные колебания, амплитуда которых будет особенно велика при резонансе. Колеблющийся торец стержня создает в окружающей среде ультразвуковые волны, интенсивность которых находится в прямой зависимости от амплитуды колебаний торца [Хорбченко 2010].

Некоторые материалы обладают свойством изменять свои размеры в электрическом поле. Это явление, получившее название электрострикции, отличается от обратного пьезоэлектрического эффекта тем, что изменение размеров зависит только от напряженности приложенного поля, но не зависит от его знака [Акопян 2005].

Данная разработка основана на пьезоэлектрическом эффекте. Дело в том, что в магнитострикции нельзя использовать один и тот же элемент для приёма и передачи. Необходимы разные материалы для прямой и обратной магнитострикции.

Электрострикция при анализе взрывчатых веществ является небезопасным способом. Также она на порядок проигрывает пьезоэлектрическому эффекту в точности измерений.

Пьезокристалл является диэлектриком. У него огромное сопротивление, что является плюсом в создании генератора УЗ-колебаний. Кроме того, одной из его характеристик является малая ёмкость, что не сбивает генерацию и не меняет динамически частоту. В качестве пьезоэлемента используется ниобат лития.

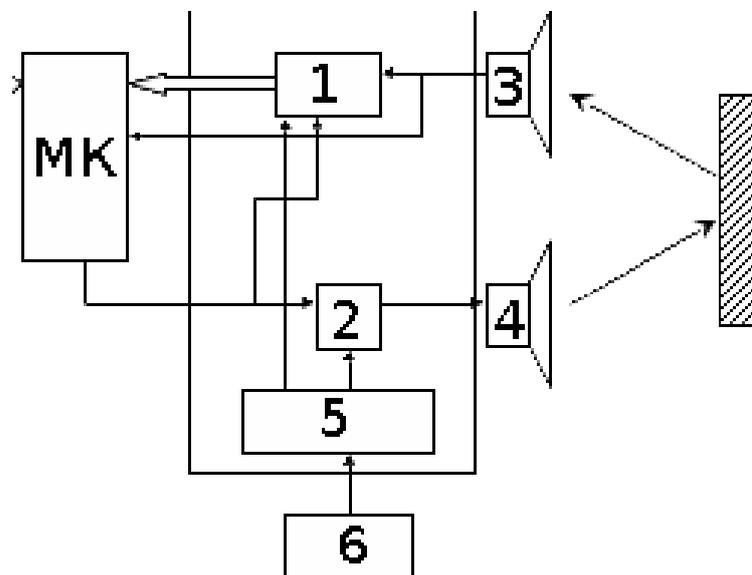


Рис. 1. Типовая структурная схема ультразвукового дальномера: 1– 16-ти битный счётчик; 2 – формирователь пачки импульсов; 3 – ультразвуковой приёмник; 4 – ультразвуковой излучатель; 5 – делитель частоты; 6 – опорный кварцевый генератор

Особенностью задачи измерения характеристик технических жидкостей методом ультразвуковой локации является измерение времени задержки и затухания в технических жидкостях.

Затухание ультразвука – это уменьшение амплитуды и, следовательно, интенсивности звуковой волны по мере ее

распространения. Затухание ультразвука происходит из-за ряда причин. Основными из них являются:

- убывание амплитуды волны с расстоянием от источника, обусловленное формой и волновыми размерами источника;
- рассеяние ультразвука на неоднородностях среды, в результате чего уменьшается поток энергии в первоначальном направлении распространения;
- поглощение ультразвука, то есть необратимый переход энергии звуковой волны в другие формы, в частности в тепло [Малов 1989].

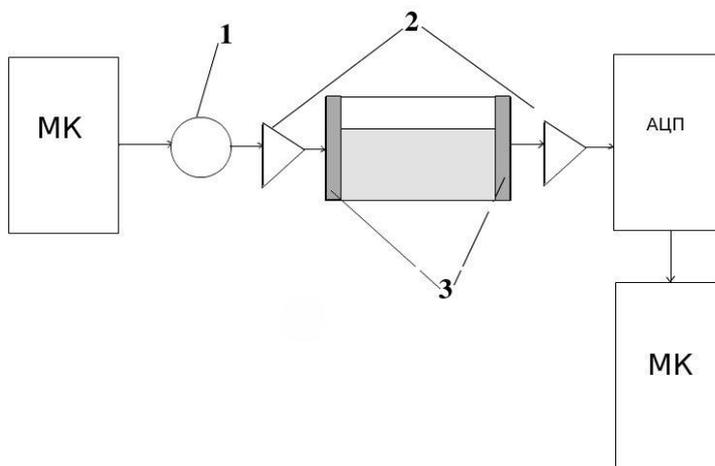


Рис. 2. Структурная схема ультразвукового локатора для оценки технических жидкостей: 1 — генератор импульсов; 2 — усилители; 3 — пьезоэлементы

На данный момент проводились измерения топлива, в частности, бензина на заимствованном устройстве. В ближайшее время начнутся измерения воздуха, а в дальнейшем — топлива на собственном устройстве, которое представляет из себя камеру с установленной в ней пластинкой ниобата лития, подключенными электродами и ультразвуковым генератором.

Задачи разработки ультразвукового локатора ближнего действия для измерения времени задержки и затухания в жидкости:

- изготовить устройство, которое будет посылать сигнал на генератор – УЗ-волн в соответствии с заданными параметрами;
- сконструировать устройство, которое будет принимать отраженный сигнал и обрабатывать время задержки и затухания в жидкости;
- создать интерфейс взаимодействия пользователя с устройством.

Библиографический список

Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 2007.— 508 с.

Хорбченко И.Г. Звук, ультразвук, инфразвук. – М.: Знание, 2010. – 200 с.

Акопян В.Б., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2005. – 280 с.

Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1989. – 272 с.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАНОГЕНЕРАТОРЫ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

© 2016 С.С. Кошкин

АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова», г. Курск, Россия

В статье рассматриваются методы получения пьезоэлектрических пленок на основе ПВДФ методом осаждения в камере при вакууме, минуя жидкую фазу.

Ключевые слова: *пьезоэлектрики, ПВДФ, наногенераторы.*

В настоящее время возникает все больше новых направлений в получении альтернативных источников энергии, одним из которых являются пьезоэлектрики, способные вырабатывать эклектическую энергию при механическом воздействии на них. Известно более тысячи веществ, обладающих пьезоэлектрическими свойствами, однако в пьезотехнике применяется ограниченное количество материалов – все эти материалы с пьезокерамикой. В конце 60-х г.г. были открыты высокоэффективные полимерные пьезоэлектрики на основе поливинилидентофторида (ПВДФ) и его сополимеров с трифторэтиленом и тетрафторэтиленом, более конкурентоспособные по сравнению с пьезокерамикой. Пьезопленка из ПВДФ и композитов на ее основе находит широкое применение в технике [Луцейкин 2006].

ПВДФ – частично кристаллический синтетический полимер с химической формулой $(\text{CH}_2\text{-CF}_2)_n$. Он производится в виде тонких пленок, растянутых вдоль плоскости пленки и поляризованных перпендикулярно этой плоскости для создания пьезосвойств. Растяжение полимерной пленки приводит к выпрямлению полимерных цепей в аморфных областях в плоскости пленки и способствует однородному вращению кристаллитов при наложении электрического поля.

ПВДФ – эластичная полимерная пленка, которой можно придавать практически любую форму. У нее небольшое удельное сопротивление, что облегчает согласование с иммерсионной жидкостью. Радиальные колебания близки к нулю, механическая добротность очень низкая. Исследование структуры ПВДФ показало, что этот полимер может кристаллизоваться в

нескольких модификациях, причем одна из них (β) является сегнетоэлектрической [Кочервинский 2003].

Наногенераторы. Получение и применение

Наногенераторы – это устройства, способные создавать электрическую энергию даже из микроколебаний. Даже если наногенератор сжимать пальцами, то он будет вырабатывать электрический ток.

Идея заключается в аккумулировании энергии колебаний, проявляющихся в результате взаимодействия двух колеблющихся материалов с различной энергией выхода электрона. Материалы соединяют друг с другом при помощи электродов.

Получение пленок ПВДФ предлагается получать методом осаждения в камере при вакууме, минуя жидкую фазу. Осаждение происходит при комнатной температуре, образуя за один цикл равномерную прозрачную пленку толщиной от 2 мкм. На начальном этапе работ была разработана схема процесса нанесения ПВДФ, представленная на рисунке 1.

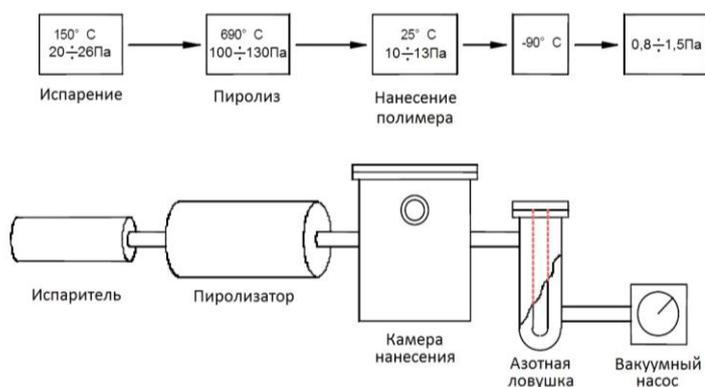


Рис. 1. Схема процесса нанесения полимера

Для получения пленок ПВДФ требовалась подготовка исходного материала. Первоначально полимер находился в виде гранул диаметром 3мм и для определения его термофизических характеристик: температуры плавления и испарения, проводился анализ на дифференциально ска-

нирующем калориметре. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

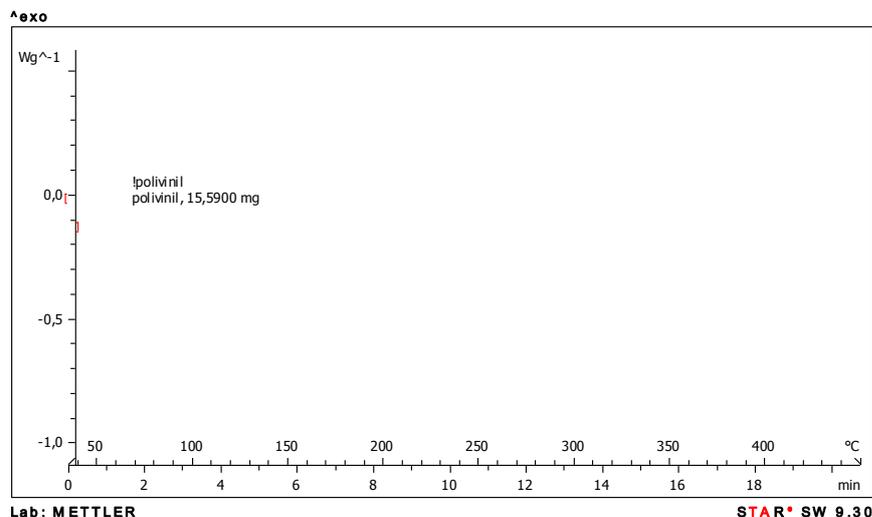


Рис. 2. Результаты ДСК исходного полимера

На основании полученных данных можно сделать вывод, что температура плавления порядка 165°C , а температура испарения около 380°C , эти характеристики не соответствуют требованиям, необходимым для испарения полимера в камере. Вследствие этого исходный полимер измельчался вплоть до среднего значения $1.56\ \mu\text{m}$, как видно по результатам исследования определения средних размеров частиц на приборе Ласка-Т (табл. 1).

Параметры распределения частиц Таблица 1.

Параметры распределения	Размерность, мкм
D10=	0.3121
D25=	0.7802
D50=	1.56
D75=	2.497
D90=	3.277
D99=	4.837

После этого, проведя повторные исследования уже измельченного полимера, мы получили следующие результаты (см. рис. 3).

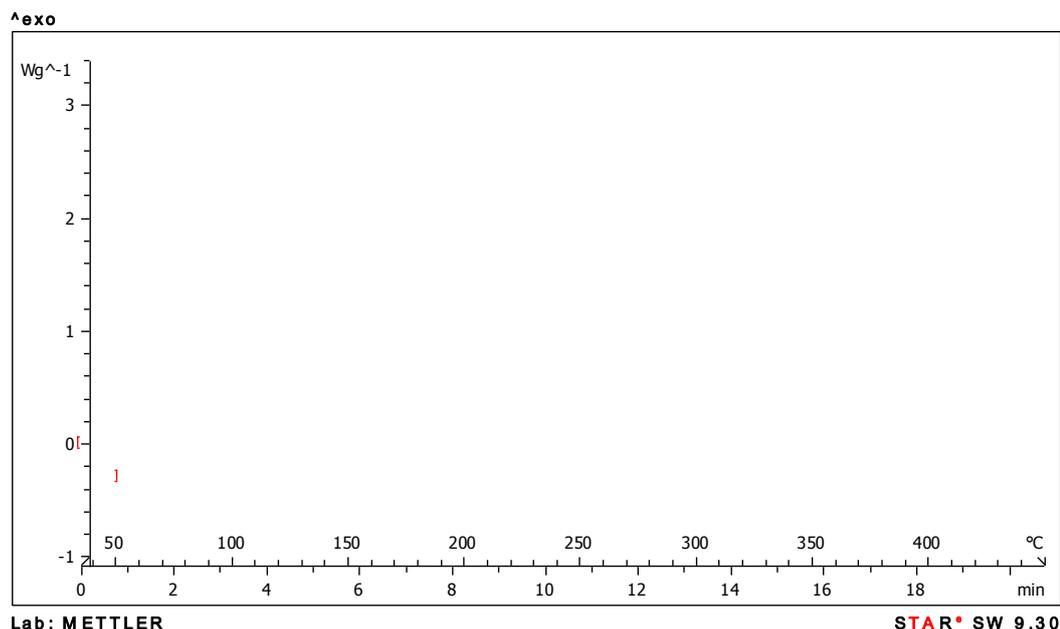


Рис. 3. Результаты ДСК измельченного полимера

Как видно, температура плавления осталась прежней, но полученный пик имеет меньший эндотермический эффект, также сместился пик экзо эффекта с учетом того, что он начал расти сразу же после пика плавления исследуемого полимера.

После получения пленок из ПВДФ предполагается нанести на края электроды и поляризовать полимер в электрическом поле. Поляризация по толщине пленки (например, с использованием осажденных металлических электродов) придает пленке пьезоэлектрические свойства (рис. 4.)

Растяжение полимерной пленки приводит к выпрямлению полимерных цепей в аморфных областях в плоскости пленки и способствует однородному вращению кристаллитов при наложении электрического поля. ПВДФ – эластичная полимерная пленка, которой можно придавать практически любую форму. У нее небольшое удельное сопротивление, что облегчает согласование с иммерсионной жидкостью.

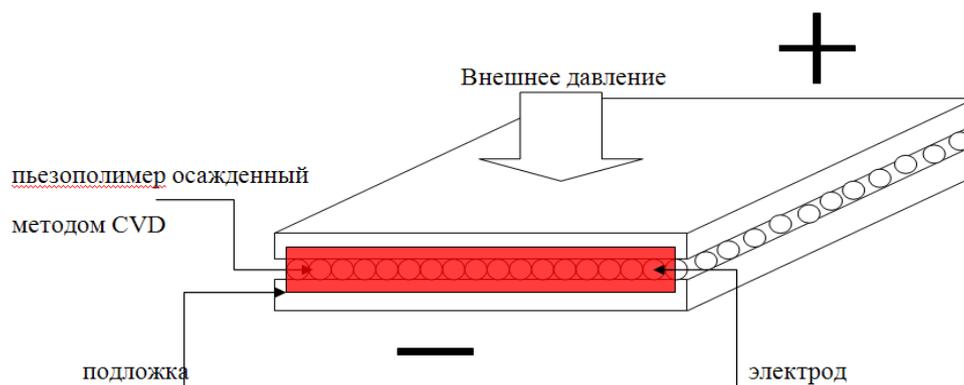


Рис. 4. Предлагаемая конструкция пьезоэлектрической пленки

Наногенераторы способны превращать в источник энергии всевозможные виды движений: разнообразные перемещения, биологическую вибрацию, колебания жидкости.

Электрэнергия, полученная из кинетической энергии, может быть использована в светодиодах (LED), радиопередатчиках, аудиосистемах.

Библиографический список

Луцейкин Г.А. Новые полимерсодержащие пьезоэлектрические материалы // Физика твердого тела. – 2006. – Т. 48. – Вып. 6. – с. 963–964.

Кочервинский В.В. Структурные аспекты в электрофизических свойствах фторсодержащих гибкоцепных кристаллизующихся полимеров: дис... докт. физ.-мат. наук. – М., – 2003. – 336 с.

ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИЮ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ПРОВОЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

© 2016 А.Е. Кузько, А.В. Куценко, А.С. Дриганец

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В работе представлены результаты экспериментов по выявлению зависимости интенсивности электроконвекции в жидком диэлектрике от структурирования поверхностей медных проволочных электродов магнетронным напылением и лазерной абляцией.

Ключевые слова: ЭГД-течения, РЭМ, наноструктурированная поверхность.

В настоящее время ЭГД-течения изолирующих жидкостей в электрическом поле представляют особый интерес, прежде всего потому, что это один из способов прямого преобразования энергии электрического поля в механическую энергию движения жидкой среды.

Для исследования инжекционной способности электродов различных типов была сконструирована измерительная ячейка, заполняемая диэлектрической жидкостью (ПМС-50), с помощью которой можно задавать расстояние между электродами.

Для исследования было подготовлено 5 типов электродов:

- 1) без покрытия (чистая медь), скрайбирование лазером 50 мкм;
- 2) без покрытия (чистая медь), скрайбирование лазером 80 мкм;
- 3) скрайбированный лазером 80 мкм, напыленный Al 100 секунд;
- 4) скрайбированный лазером 80 мкм, напыленный Cr 100 секунд;
- 5) скрайбированный лазером 80 мкм, напыленный Ni 100 секунд.

Напыление металлов производилось с помощью установок магнетронного напыления Магна Т и Atis-500 V. Исследуемые образцы предварительно подвергались поперечному скрайбированию лазерным лучом с помощью лазерного маркирующего комплекса FMark-20RL: образец №1 с шагом 50 мкм, образцы № 2–5 с шагом 80 мкм.

Поверхности всех подготовленных образцов исследовались на РЭМ, а элементный состав на ЭДС.

В результате лазерной абляции на поверхности металла образовалось множество микроструктур, на которых, в свою очередь, возникло наноструктурирование поверхности. Это подтверждается снимками РЭМ с большим увеличением. На рисунке 1 представлены снимки образца №1.

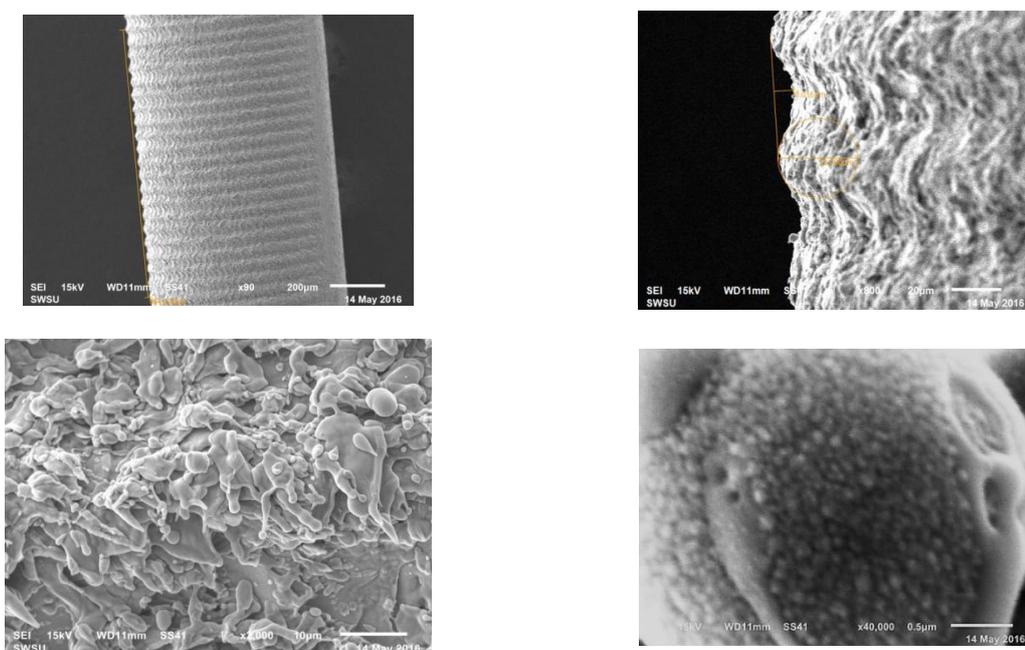


Рис. 1. РЭМ-изображения поверхности образца №1 (без покрытия (чистая медь), скрайбирование лазером 50 мкм)

Как видно на снимке, на поверхности отдельной микроструктуры образованы наноструктуры размерами ~ 80–120 нм.

На рисунке 2 представлены снимки ЭМ образца №3. На снимке также присутствует отдельная вершина, но структуры на ее поверхности имеют размер ~ 200–300 нм. Это объясняется тем, что поверхность данно-

го проволочного электрода подвергалась магнетронному напылению алюминием, а магнетронное напыление как бы сглаживает наиболее мелкие и увеличивает размеры более крупных структур на поверхностях электродов.

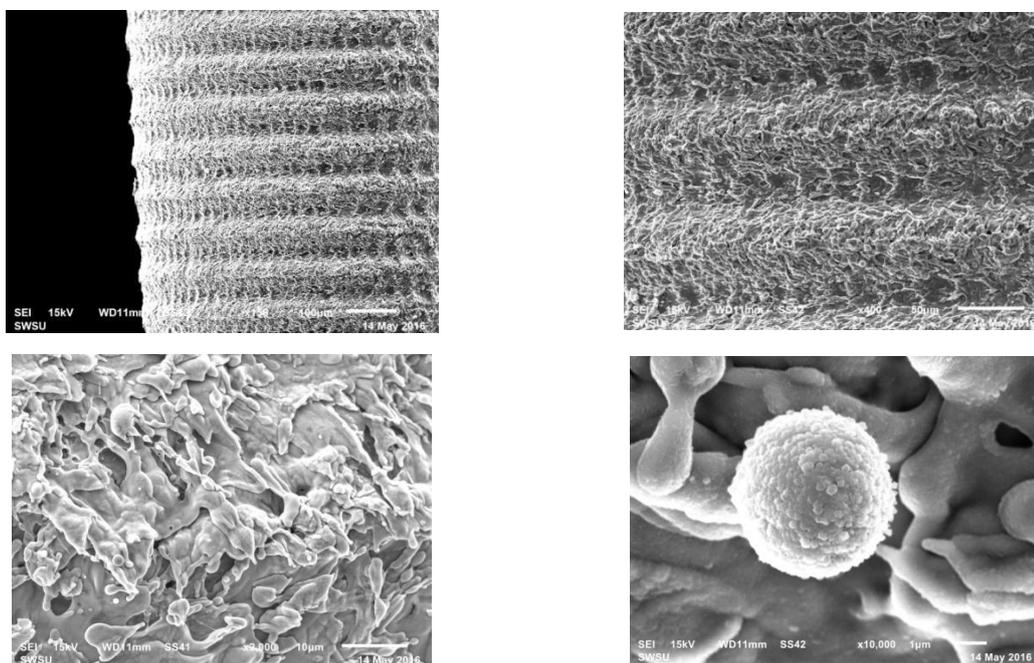


Рис. 2. РЭМ-изображения поверхности образца №3 (скрайбирование лазером 80 мкм, Al $t_{\text{нап}}=100$ с)

Для исследования инъекции с электродов в высоковольтном режиме была собрана установка по схеме, представленной на рисунке 3. Подача напряжения осуществлялась источником высокого напряжения ИВНР-50, регистрация токов проводилась с помощью универсального милливольтметра, подключенного параллельно большому сопротивлению известного номинала (44,4 МОм).

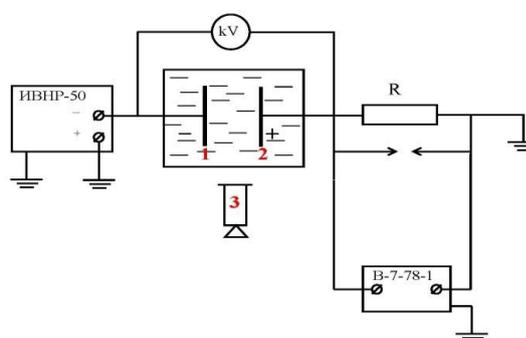


Рис. 3. Установка для исследования ВАХ и АВХ в высоковольтном режиме: 1 и 2 – испытуемые электроды, 3 – видеокамера

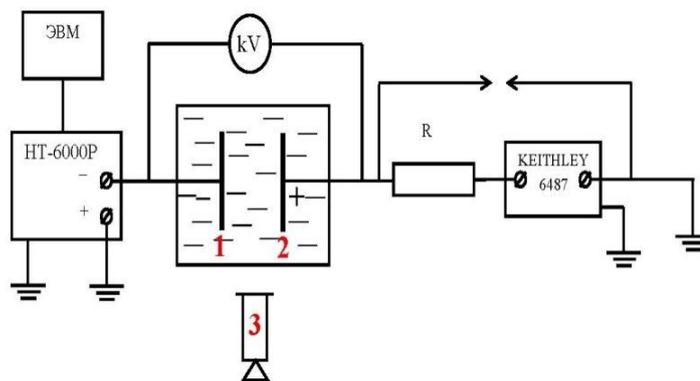


Рис. 4. Установка для исследования ВАХ и АВХ в низковольтном режиме: 1 и 2 – испытуемые электроды, 3 – видеокамера

На рисунке 4 представлена схема установки для исследования инжекционной способности электродов в низковольтном режиме. Для подачи напряжения использовался ИВН Мантигора НТ-6000Р. Регистрация токов проводилась пикоамперметром Keithley 6487. Инструментальная погрешность на используемом пределе пикоамперметра 2 нА составляла ~ 10 фА, поэтому данной погрешностью можно пренебречь. В основном влияние на результаты измерений оказывала случайная погрешность, заключающаяся в расхождении показаний прибора для установленного подаваемого на испытуемые электроды напряжения.

На рисунке 5 представлены АВХ, полученные для системы из двух проволочных электродов без магнетронного напыления при различном подаваемом напряжении и разной продолжительности эксперимента. Как видно из графика, при повышенных напряжениях 1 и 2 кВ в значениях токов проводимости возникают характерные скачки, чего не наблюдается при напряжении 0,5 кВ. Этот факт свидетельствует о переходе в режим развитой электроконвекции. Вероятно, в тот момент, когда значения токов проводимости изменяются скачкообразно, происходит срыв ДЭС с катода либо возникает полимерная цепочка в диэлектрической жидкости.

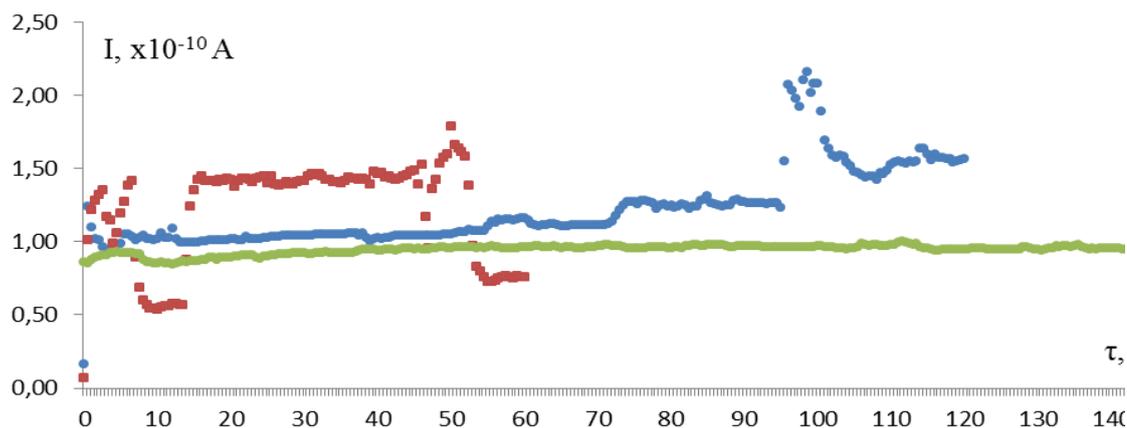


Рис. 5. ВАХ системы с двумя проволочными электродами без покрытий при подаваемых напряжениях 0,5, 1 и 2 кВ

Также при проведении данного эксперимента фиксировалась температура диэлектрической жидкости в экспериментальной ячейке с помощью погруженного в нее термометра. За все время экспериментов температура жидкости оставалась неизменной.

Кроме того, для этой же испытуемой пары электродов без покрытий были получены ВАХ в пределах от 0 до 6 кВ. График, построенный по полученным данным, представлен на рисунке 6.

На графике присутствует расхождение в значениях. Данный график построен по минимальным и максимальным значениям токов проводимости, характерным скачкам, упоминавшимся ранее.

Как видно из графика, при измерении ВАХ в высоковольтном режиме устанавливаемые зависимости имеют нестационарный характер с резкими изменениями значений тока, что существенно затрудняет анализ получаемых результатов. Поэтому дальнейшие исследования ВАХ испытуемых проволочных электродов с различными типами поверхностей проводились в низковольтном режиме с использованием для измерения токов пикоамперметра Keithley 6487.

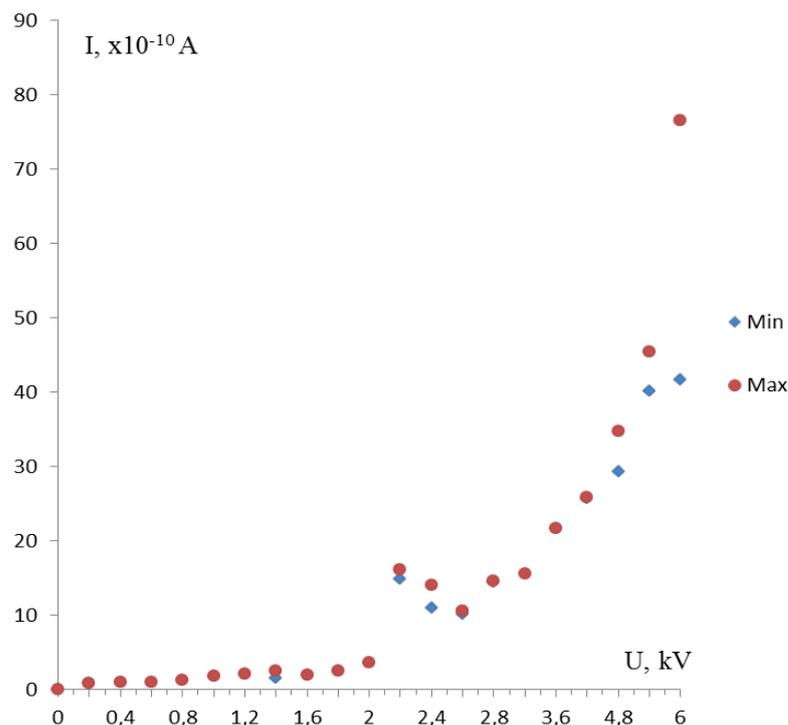


Рис. 6. ВАХ системы с двумя проволочными электродами без покрытий

На рисунке 7 представлен общий график ВАХ для всех испытуемых электродов для случаев, когда испытуемый электрод выступал как в качестве катода, так и в качестве анода.

Полученные результаты

1) обнаружен эффект стационарности АВХ при ≤ 500 В, при расстоянии между электродами 4 мм;

2) резкие изменения значений тока при изучении АВХ и при высоковольтных участках ВАХ объясняются срывом ДЭС, либо возникновением полимерной цепочки ПМС-50;

3) обнаружен экспоненциальный рост ВАХ на низковольтном режиме (от 0 до 450 В), при катодах, скрайбированных лазерным лучом с шагом 80 мкм и напыленных Al, Cr и Ni, что свидетельствует об усилении инжекционного характера электропроводности системы микро- и наноструктурами данных электродов;

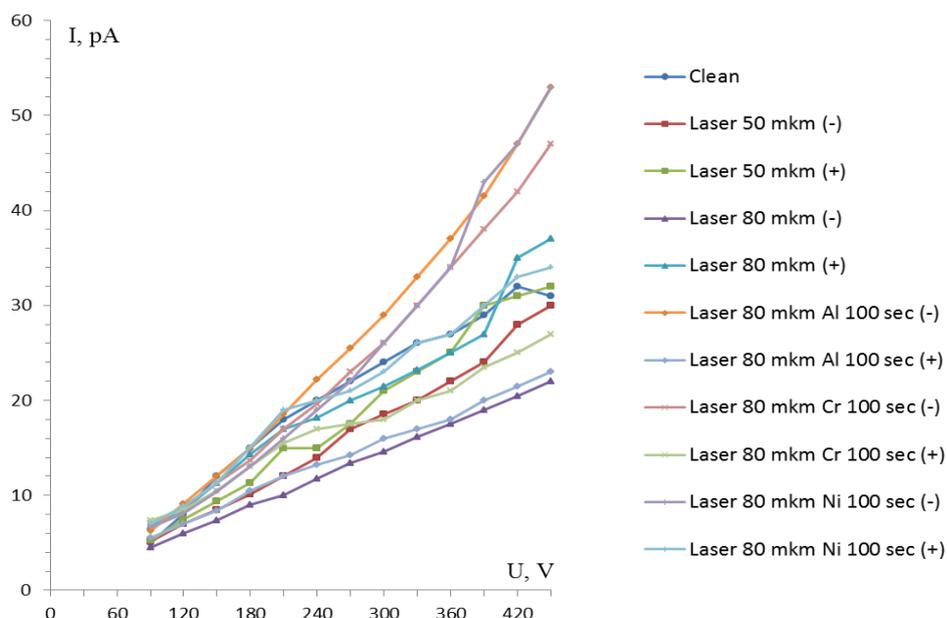


Рис. 7. ВАХ для всех испытываемых электродов

4) для ненапыленных скрайбированных электродов в низковольтных режимах характерен диссоциационно-рекомбинационный механизм проводимости

Библиографический список

Кузько А.Е., Кузько А.В., Куценко А.В. Влияние лаковых покрытий с УНТ проволочных электродов на интенсивность ЭГД-течений // Необратимые процессы в природе и технике: тр. восьмой всерос. конф. – 27–29 января 2015 г. Ч. 2. – М., 2015. – С. 170–174

Жакин А.И., Кузько А.Е., Куценко А.В. Исследование поверхностных структур электродов при электроконвекции в растворе ПМС-50 с йодом // Сб. докл. XI Междунар. науч. конф. «Современные проблемы электрофизики и электрогидродинамики», Петергоф, 29 июня – 3 июля 2015 года. – С-Пб., – 2015. – С. 43–44

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЛИТЫ НАНОДОБАВОК

© 2016 Ю.В.Литовка, Э.Лвеле

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

Предложен способ снижения неравномерности гальванического покрытия для повышения энергоэффективности электрохимических процессов путём добавления в электролиты нанокремниевых материалов, в частности, графена.

Ключевые слова: *энергосбережение, неравномерность, нанокремниевые материалы, графен*

Нанесение металлических покрытий на поверхности деталей на сегодняшний день применяется в разнообразных целях. К таким целям относится нанесение металлического покрытия для защиты поверхности покрываемой детали, восстановления утраченной формы поверхности, а также в целях улучшения многочисленных качественных характеристик и т.д. В частности, одним из применений данного направления является нанесение гальванопокрытия для защиты изделия от коррозии. Помимо этого, использование гальванопокрытий в защитных, декоративных и восстановительных целях несет в себе функции повышения покупательной способности производимых изделий.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при проведении гальванических процессов, является получение равномерного покрытия на поверхности изделий сложной геометрической формы. При нанесении неравномерного покрытия расходуется дополнительная электроэнер-

гия и металл покрытия, что особенно критично при использовании благородных металлов. Если на некоторых участках покрытие будет иметь толщину меньше заданной или вовсе отсутствовать, то это приведет к браку и невозможности использовать деталь в производстве.

Неравномерность – явление негативное, так как оно приводит к дополнительному расходу электроэнергии и металла покрытия. Возможности серийного оборудования, используемого в настоящее время для проведения гальванических процессов, практически исчерпаны с точки зрения снижения неравномерности распределения толщины покрытия.

Одним из перспективных направлений снижения неравномерности (и, как следствие, повышения энергоэффективности) является использование добавок наноматериалов в гальванические электролиты. Наноматериалы, попадая при гальваническом процессе в покрытие, обеспечивают получение наномодифицированных гальванических покрытий с повышенными качественными характеристиками, в частности с низкой неравномерностью.

В данной работе в качестве добавки предлагается использовать графен. Графен — двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом и соединённых в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Его можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла.

Равномерность гальванического покрытия зависит от электрохимических и геометрических условий осаждения. Для улучшения электрохимических условий осаждения необходимо подбирать электролиты с высокой рассеивающей способностью, обеспечивающей равномерное распределение металла. Одним из способов повышения рассеивающей способности электролита является подбор специальных добавок, например наноуглерода. Хорошие результаты с точки зрения снижения неравномерности

получены при добавлении в электролиты никелирования и хромирования углеродных нанотрубок.

Наноуглеродный материал графен имеет очень развитую поверхность, вследствие чего он чрезвычайно активен и склонен к коагуляции. Учитывая этот факт, при организации процесса нанесения наномодифицированного гальванического покрытия следует большое внимание уделять диспергированию и равномерному распределению исходного наноматериала в пространстве электролита, с целью получить наиболее равномерное распределение металла по поверхности детали. Для тщательного диспергирования графена в электролитах используют специальные ультразвуковые установки.

После подготовки углеродных наноматериалов и их тщательного распределения в пространстве электролита процесс нанесения гальванического покрытия проходит в традиционной последовательности с традиционными технологическими режимами, такими как температура, плотность тока и т.д.

Экспериментальные исследования процесса получения наномодифицированного гальванического цинкового, никелевого и хромового покрытий показали, что использование данного материала в качестве добавки в электролит позволяет добиться улучшения качественных характеристик наносимого покрытия, в частности снижения неравномерности покрытия и, как следствие, повышения энергоэффективности гальванических процессов.

ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА БИОЛГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВАМИ ПЭМ

© 2016 Е.А. Мальцева¹, Н.О. Серова², В.П. Гугало³

^{1,2}Курский государственный университет, г. Курск, Россия

³Курская государственная сельскохозяйственная академия, г.

Курск, Россия

В статье рассматриваются существующие методики исследования биологических материалов методом просвечивающей электронной микроскопии.

Ключевые слова: *клеточные органеллы, ткани, ПЭМ*

Электронная микроскопия позволяет выделять из тканей отдельные типы клеток для изучения их жизнедеятельности, отдельные клеточные органеллы и составляющие их макромолекулы (например, ДНК), исследовать их функциональные особенности [Морозова 2013]. С помощью ПЭМ можно получить плоскостное изображение изучаемого микрообъекта.

Рассмотрим существующие методики для исследования биологических материалов с помощью ПЭМ.

1. Негативное окрашивание

Метод заключается в обработке микрочастиц или макромолекул на пленке-подложке растворами соединений тяжелых металлов (например, урана), в результате чего частицы будут видны как светлые пятна на темном фоне.

Частицы адсорбируются на поверхности электронно-микроскопических сеточек, покрытых формварной пленкой и напыленных тонким слоем углерода. Затем сеточки с прикрепившимися к ним частица-

ми быстро промываются водой и помещаются на несколько секунд (до 1 минуты) на капли 1– 5% раствора красителя (солей тяжелых металлов, например уранилацетата или молибдата аммония). После снятия сеточек вокруг образца остается слой красителя толщиной 100–300 нм. Такое окрашивание называется «негативным» [Морозова 2013].

2. Заключение в смолу

Для анализа ультраструктуры применяется метод подготовки образца при комнатной температуре с применением химических фиксаторов, прежде всего глутаральдегида, и заливкой в эпоксидную смолу. Методика заключения в смолу – это эмпирически выведенная последовательность действий по преобразованию свежей ткани / клетки / изолированных оргanelл в тонкие срезы [Морозова 2013]. Хотя рецептов по подготовке таких срезов множество, основной принцип общий для всех:

- химическая фиксация;
- дегидратация;
- заливка в смолу;
- получение ультратонких срезов [Морозова 2013].

3. Иммуноэлектронное мечение

Иммуноэлектронное мечение – это визуализация антигенов на срезах или на поверхности изолированных частиц с использованием первичных антител, которые впоследствии распознаются вторичными антителами, содержащими легко детектирующиеся под микроскопом частицы золота [Финеан 1971]. Основные задачи иммуноэлектронной микроскопии:

- не изменить морфологию ультраструктур
- не допустить потери или артефактного перераспределения антигенов;
- добиться высокого разрешения⁴

– получить возможность полного доступа к антигенам [Морозова 2013].

4. Криоэлектронная микроскопия

Наряду с методами химической фиксации образца при комнатной температуре, применяются методы криоэлектронной микроскопии.

Метод криофиксации состоит всего из трех этапов:

- 1) криопротекция и быстрое замораживание (в жидком азоте);
- 2) лиофилизация;
- 3) получение замороженных срезов на ультрамикротоме с криокамерой [Финеан 1971, Шиммель 1981].

Метод замораживания–травления

Метод замораживания–травления заключается в том, что объект сначала быстро замораживают жидким азотом, а затем при той же температуре переносят в специальную вакуумную установку. Там замороженный объект механическим способом скалывается охлажденным ножом. При этом обнажаются внутренние зоны замороженных клеток.

Таким образом со скола замороженного и сохраняющего прижизненную структуру материала получают реплику. Затем, уже в условиях комнатной температуры, ткань или клетки растворяют в кислотах, но пленка-реплика при этом остается цела, ее изучают в электронном микроскопе [Томас, Горинж 1983].

Сравнительная характеристика методов для исследования биологических материалов в ПЭМ

Методика приготовления образца	Преимущества	Недостатки
Замораживание–травление	<ul style="list-style-type: none"> – изучают реплики со сколов нативных образцов – исследуют рельеф поверхности мембран клетки 	
	<ul style="list-style-type: none"> – быстрое приготовление образцов – доступность реактивов – экономичность – большая сохранность клеточных структур 	<ul style="list-style-type: none"> – хранение образцов – компрессия срезов – возможны повреждения при глубокой заморозке образцов
Негативное окрашивание	<ul style="list-style-type: none"> – изображение относительно высокого уровня разрешения 	<ul style="list-style-type: none"> – только антигены, находящиеся на поверхности частиц, могут быть маркированы
Заключение в смолу	<ul style="list-style-type: none"> – прост в применении к любой «открытой» клеточной системе 	<ul style="list-style-type: none"> – сложность химии процесса; – частичная гибель клеток
Иммуноэлектронное мечение	<ul style="list-style-type: none"> – применение смолы позволяет сочетать иммуномечение с хорошей сохранностью структур 	<ul style="list-style-type: none"> – сложная пробоподготовка
криофиксация	<ul style="list-style-type: none"> – быстрое приготовление образцов – доступность реактивов – экономичность – большая сохранность клеточных структур 	<ul style="list-style-type: none"> – хранение образцов – компрессия срезов – возможны повреждения при глубокой заморозке образцов

Библиографический список

Морозова К.Н. Электронная микроскопия в цитологических исследованиях. Новосибирск, 2013.

Финеан Дж. Биологические ультраструктуры: пер. с англ., – М., 1971.

Шиммель Г. Методика электронной микроскопии: пер. с нем., – М., 1981.

Томас Г., Горинж М. Дж. Просвечивающая электронная микроскопия материалов: пер. с англ. /под ред. Б.К. Вайнштейна. – М.: Наука, 1983.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА ПИЩЕВУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

© 2016 А.В. Маркина, Я.В. Тодоровская

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются перспективы применения достижений в области нанотехнологий для пищевой промышленности: применение наночастиц при разработке «умных контейнеров», наноупаковки и т.д.

Ключевые слова: нанотехнология, наноеда, умные контейнеры.

Нанотехнология оперирует с наночастицами которые, по своим размерам меньше вирусов, белков и антител. Можно поместить тысячи наночастиц внутрь одной из красных кровяных клеток, и при этом останется достаточно много места для прочих веществ.

Манипуляции с едой в этой области могут помочь снизить излишнее содержание жиров, однако продукты будут по-прежнему иметь прекрасный вкус, а также будут содержать больше питательных веществ. Эта технология не должна вызывать опасений, потому что организм человека и так привык иметь дело с наноразмерной пищей.

Нанотехнологии затрагивают вопрос по усовершенствованию упаковки пищевых продуктов, ставя перед собой цель уменьшить количество пластика в производстве упаковочных средств. Одна из разработок – «умные контейнеры», которые при помощи встраиваемых датчиков определяют свежесть пищи внутри. В будущем «умные» наноупаковки смогут изменять свой цвет, если датчики обнаружат газы, выделяемые при порче пищи, информируя человека о том, безопасно ли употреблять продукт.

Например, майонез представляет собой эмульсию мельчайших частиц из масла и воды, которые смешиваются друг с другом без разделения. Однако исследователи разрабатывают методы, которые позволят изменить состав (соотношение масла и воды), при этом майонез остается густым и сливочным. В данном продукте содержится порядка 70% жира, что не позволит человеку придерживаться специальной диеты.

Одним из способов добиться жирности ниже 40% является добавление воды и крахмала, этим занимается компания LeatherheadFoodResearchinthe UK. Они создают специальные эмульсии жира и воды, имеющие одинаковую консистенцию с меньшим содержанием жира.

Исследователи также развивают нанокрупичи соли, примерно в тысячу раз меньше, чем обычная столовая соль. Дробление зерна соли в более мелкие частицы увеличивает его площадь почти в миллион раз, что означает, что пище требуется значительно меньше соли, чтобы вкусовые рецепторы не ощутили разницы. Это, безусловно, выгодно тем людям, кото-

рые сокращают потребление соли, а также тем кого беспокоит высокое кровяное давление.

Многие нанотехнологии, которые используются в пищевых продуктах находятся в разработке, а некоторые такие продукты уже попали на рынок. Но эксперты говорят, что традиционная консервативная пищевая промышленность вряд ли сможет принять нанотехнологии в больших масштабах, если она не убедит клиентов в своем преимуществе.

Одно из основных применений – насыщение организма большим количеством витаминов и минералов через пищу, которую мы едим. Наночастицы могут инкапсулировать витаминные добавки, которые могут быть добавлены в повседневные продукты, например в хлеб.

Тем временем в медицине ведутся разработки над нанодобавками на основе железа, которые являются безопасными и не имеют побочного эффекта. Существует все больше свидетельств того, что организм накапливает железо как твердые, нерастворимые наночастицы, которые разбиваются на полезные атомы, как только они попадают внутрь наших клеток. Добавки, содержащие железо в растворимой форме, могут быть токсичны в очень больших дозах, потому что они повреждают кишечник.

Наночастицы диоксида титана широко используются в солнцезащитных кремах, где они отсеивают вредные ультрафиолетовые лучи. Ученые Великобритании обнаружили, что если наночастицы диоксида титана проникнут внутрь, то это может пагубно повлиять на иммунную систему человека. Хотя медицинские последствия такого накопления являются недоказанными. Эксперты советуют производителям держаться подальше от добавок с использованием наночастиц, которые не имеют явных выгод.

Исследователи только начинают решать вопрос о том, что происходит, когда наночастицы поглощаются в определенных количествах. Сотрудники проектов надеются, что данное исследование поможет компаниям, планирующим использовать нанотехнологии, проверить безопасность

своей продукции. Помимо этих исследований, существует сравнительно мало данных по токсикологии наночастиц в организм, хотя это не обязательно означает, что наночастицы опасны.

Некоторые наноструктуры встречаются в природе в пищевых продуктах, другие могут быть добавлены производителями продуктов питания. Нанотехнологии могут попасть в пищевую цепочку через сельское хозяйство. В одном из университетов в Южной Каролине, обсуждается вопрос об использовании нанотехнологии для решения проблем, которые вызваны кормлением антибиотиками животных. Повсеместное использование антибиотиков в кормах для животных запрещено в Европе, потому что микроорганизмы становятся все более устойчивыми к этим лекарствам. Разрабатываются наночастицы, которые могли бы занять место этих антибиотиков. Частицы связываются бактериями, а затем группируются.

Это не единственный пример того, как нанотехнологии могут быть использованы в хозяйстве. Нанотехнологии используются для производства различных пестицидов, включающих в себя ряд преимуществ. Они имеют лучшую способность удерживаться там, где они должны воздействовать: в корнях, листьях или сорняках.

Удобрения могут быть доставлены через наночастицы, которые более эффективно обеспечивают растения необходимыми питательными веществами. Когда обычные удобрения вносятся на поля, более половины азота вымывается через почву или теряется в воздухе. С использованием удобрений в виде наночастиц существенно сократится количество удобрения, которым обрабатываются поля. Этот метод может иметь свою выгоду: примерно 1% мирового рынка в настоящее время составляет производство удобрений, поэтому сокращение количества удобрения может снизить выбросы парниковых газов в атмосферу.

Добавки в виде наночастиц из диоксида титана могут помочь расщепить нежелательные бактерии, в то время как другие наночастицы были

использованы для медленного высвобождения химических соединений, регулирующих рост растений.

Библиографический список

Bagchi D. (Editor), Bagchi M., Moriyama H., Shahidi F. Bio-Nanotechnology: A Revolution in Food, Biomedical and Health Sciences. – Wiley, 2013.

Балабанов В. Нанотехнологии. Наука будущего. – М.: Эксмо, 2009. – 256 стр.

Рыбалкина М. М. Нанотехнологии для всех // М.: Nanotechnology News Network, 2005. — 444 с.

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДОБАВОК

© 2016 В.О. Петрова¹, П.А. Белов², Е.Ю. Хорунжая³

^{1,2}Курский государственный университет, г. Курск, Россия

³НИИЦ (г. Курск) ФГУП 18 ЦНИИ МО РФ

В статье рассматриваются перспективы применения наноуглеродных добавок в процессе нанесения композиционных электрохимических покрытий на основе меди.

Ключевые слова: композиционные электрохимические покрытия, наноуглеродная добавка, печатная плата.

В настоящее время радиоэлектронная промышленность является одной из самых востребованных в мире, что требует ее постоянного развития. Печатная плата является одной из главных конструкторских элементов изделий радиоэлектроники.

На сегодняшний день актуальной задачей является получение композиционных электрохимических покрытий для печатных плат радиоэлектроники. Принцип получения КЭП основан на том, что вместе с металлами из электролитов-суспензий соосаждаются дисперсные частицы различных размеров и видов. Включаясь в покрытия, частицы существенно улучшают их эксплуатационные свойства (твердость, износостойкость, коррозионную устойчивость) и придают им новые качества (антифрикционные, магнитные, каталитические) [Полукаров и соавт. 1976]. Благодаря этому КЭП находят широкое применение в различных отраслях промышленности, а разработка новых видов композиционных покрытий и поиск путей управления их свойствами является важной научно-технической задачей. Эффективность использования КЭП во многом определяется природой дисперсной фазы. В качестве дисперсной фазы в электролиты вводят твердые частицы, размеры которых, как правило, не превышают 3–5 мкм, в отдельных случаях составляют несколько десятков микрометров [Долматов 2007]. В последнее время все более активно исследуются композиционные покрытия, модифицированные наноразмерными частицами, например наноалмазами (рисунок 1).

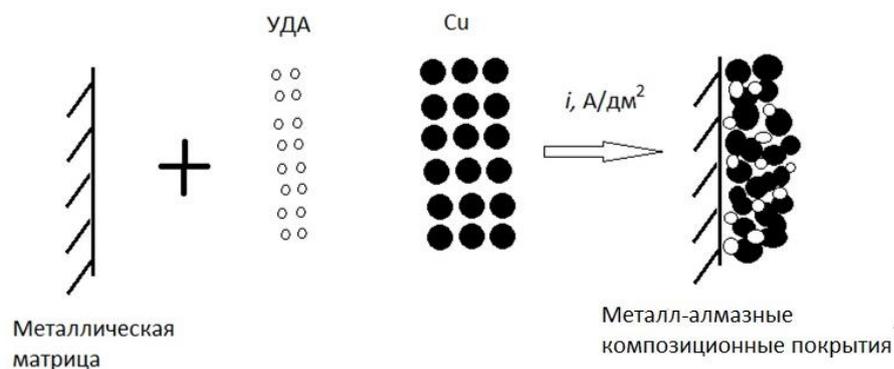


Рис. 1. Электрохимический процесс образования композиционного электрохимического покрытия с наноалмазами

Достижения последних лет в области разработки гальванических композиционных покрытий на основе нанокремнекислотных добавок не коснулись пока специфической и сложной технологии производства печатных и микрополосковых плат, являющихся неотъемлемой частью изделий современной радиоэлектронной аппаратуры.

Сложность конструкций средств информационной и вычислительной техники постоянно повышается. При этом усложняются технологии их реализации. Совершенствование известных технологий сопровождается привлечением новых, без которых сегодня невозможно изготовить сложный электронный узел. Растущие конструктивно-технологические требования к электронной аппаратуре особенно четко проявляются именно в области информационной, вычислительной и специальной техники, поскольку увеличение производительности процессов обработки информации вычислений находится в непосредственной зависимости от плотности межслойных соединений, так как время переключения элементов интегральных схем стало соизмеримо со временем задержки сигналов в линиях связи. Основная тенденция развития информационной и вычислительной техники – повышение плотности межслойных соединений вслед за ростом интеграции и миниатюризации электронных компонентов.

В последние годы одним из успешно развивающихся направлений получения композиционных электрохимических покрытий является создание металл-алмазных покрытий, где композитной добавкой является ультрадисперсные наноалмазы, полученные методом детонационного взрыва.

Средний размер наноалмазной частицы 4 нм. Сама частица состоит примерно из 12000 атомов углерода, 3000 из которых являются поверхностными (рис. 2). Поэтому поверхность частицы влияет на ее свойства. Но алмазное ядро – носитель основных алмазных свойств ультрадисперсного алмаза: термической и химической стабильности, высокой теплопроводности и механической твердости, низкой электропроводности. Периферические структуры кластера ответственны за абсорбцию, адсорбцию, хемосорбцию, коллоидную стабильность частиц ультрадисперсных алмазов в жидких и других средах [Целуйкин и соавт. 2007].

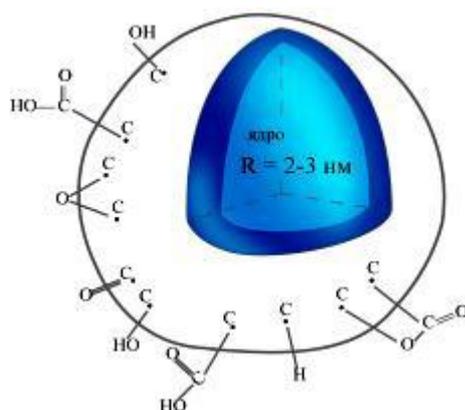


Рис. 2. Структура ячейки ультрадисперсного алмаза

Алмазосодержащие медные покрытия рассматриваются как перспективный материал для получения проводящих покрытий изделий радиоэлектроники. Основными качественными показателями медных гальванических покрытий являются: равномерность распределения толщины покрытия по поверхности изделия, высокая теплопроводность, низкая электропроводность, микротвердость покрытия, износостойкость, порис-

тость и прочность сцепления покрытия с металлом основы [Целуйкин и соавт. 2007].

Уникальные свойства делает наноалмаз многообещающим материалом в разнообразных областях современных технологий. Применение ультрадисперсных наноалмазов имеет большие перспективы в композиционных электрохимических покрытиях.

Библиографический список

Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. – М.: Химия, 1977. – 298 с.

Полукаров Ю.М. О механизме включения твердых частиц в электролитический осадок / Ю.М. Полукаров, Л.И. Лямина, В.В. Гринина, Н.И. Тарасов, В.П. Чернов // Электрохимия. – 1976. – № 11. – С. 1635.

Долматов В.Ю. Детонационные наноалмазы: получение, свойства, применение // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, №4. – С. 375–397.

Целуйкин В.Н. Влияние ультрадисперсных алмазов на свойства электролитических медных покрытий / В.Н. Целуйкин, Н.Д. Соловьева, И.Ф. Гунькин // Перспективные материалы. – 2007. – № 5. – С. 82–84.

ОРГАНИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

© 2016 А. В. Семина, Л.С. Крыжевич

²Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Описание бизнес-процессов дает возможность точно увидеть цели, характеристики и конечные результаты исследуемого вида деятельности. В данной статье рассмотрено несколько методологий, позволяющих описать тот или иной бизнес-процесс.

Ключевые слова: нанотехнология, наноразмерные добавки, наноиндустрия, нанопродукт.

В современном мире большинство научных разработок превращают в прибыльный бизнес, и такое направление в науке, как нанотехнологии, не является исключением. Нанотехнологии предоставляют огромные возможности для бизнеса, так как они применяются в широком спектре областей, например: продукты питания, медикаменты, электроника, спортивные товары, ткани, чистящие средства, энергетика, окружающая среда и т. д.

Одним из примеров применения нанотехнологий для получения прибыли является использование наноразмерных добавок в бетон для улучшения теплоизоляционных свойств и снижения потребности в цементе на куб бетона (без снижения его прочности). Данная технология позволит снизить затраты в два раза.

Если рассматривать российский рынок нанотехнологий, то здесь стоит отметить, что на нем не уделяется особого внимания малым предприятиям, их способности к гибкой интеграции инновационных методов в производство и быстрой реакции на потребности рынка. Только 1% российских малых предприятий работает в сфере инноваций, причем не более 15% из них ориентированы на рынок. Для сравнения, в США в сфере инноваций работают порядка 50% предприятий малого бизнеса. В Германии в рамках города количество малых и средних предприятий, занимающихся

нанотехнологиями, приближается к пятистам, в то время как в всем Центральном федеральном округе РФ их насчитывается только 226.

Стоит отметить, что работающие или планирующие начать разработки компании в сфере нанотехнологий, сталкиваются со следующими проблемами:

- *не востребованность на рынке.* Промышленность не испытывает необходимости в тех разработках, которые предлагают компании;
- *нюансы российского законодательства в области интеллектуальной собственности и патентной защиты;*
- *избыточное налогообложение соответствующей деятельности и научно-технической продукции, созданной в рамках НИОКР в сфере нанотехнологий.* Облегчение налогового бремени просто необходимо малым нанотехнологическим предприятиям как средство привлечения инвестиций и снижения себестоимости собственной продукции;
- *нехватка оборотных средств и инвестиций.* Малым компаниям получить кредит в банке практически невозможно, приоритетными являются инвестиции.

Но одной из главных проблем остается вопрос коммерциализации проекта в сфере наноиндустрии. Как показывает практика, коммерциализация проекта напрямую зависит от того, кто занимается проектом. На данный момент у инвесторов большой интерес к нанотехнологиям, но в этой области мало предпринимателей, менеджеров и маркетологов. Поэтому стоит помнить, что суть разработки не так важна на этапе коммерциализации, а более важно создать бизнес на основе созданного продукта и сделать его конкурентоспособным.

Кроме того, продвижение нанопродукта на рынок осложняется из-за высокой стоимости таких разработок, поскольку специализированное оборудование является очень дорогостоящим, поэтому заинтересованных

инвесторов потенциальных инвесторов немного, вследствие чего такие проекты интересны только государству или отдельным крупным инвестиционным компаниям.

Помимо всего прочего, коммерциализация проектов в сфере нанотехнологий усложняется отсутствием взаимопонимания разработчика и инвестора, так как разработчик не может доступно донести до инвестора суть своей разработки. Конечно же, длительные сроки реализации таких проектов, в свою очередь, является проблемой для инвестора.

Отсутствие бизнес-знаний у команд разработчиков, которые не в состоянии, с точки зрения бизнеса, более-менее грамотно описать свое изобретение, плохо описанный проект имеют очень низкий уровень привлекательности для инвестиций.

Любому инвестору хочется видеть полное описание проекта, поэтому наличие «чернового» варианта бизнес-плана обязательно. Это тот документ, который не только сможет убедить инвестора принять участие в предлагаемом проекте, но и поможет авторам проанализировать свой проект.

Бизнес-план должен включать следующие разделы:

- описание команды проекта;
- организационный план;
- производственный план;
- план маркетинга;
- существующая проблема и пути ее решения;
- техническая суть проекта;
- рыночные возможности продукта проекта;
- календарный план реализации проекта;
- финансовый анализ (необходимые инвестиции, прогноз доходной части, срок окупаемости, рентабельность).

- правовая (патентно-лицензионная) защита;
- бизнес-модель проекта;
- анализ рисков и план выхода из них.

Созданное описание в виде бизнес-плана поможет разработчику быть готовым к переговорам с инвесторами и найти пути коммерциализации проекта в области нанотехнологий.

Библиографический список

В поисках российской нанотехнологической инициативы: учебн. / под ред. В. Н. Кухарева. – М., 2010. – 338 с.

Инновационное развитие – основа модернизации экономики России: национальный доклад. – М.: ИМЭМО РАН: ГУ «ВШЭ», 2008.

Аверков А. Коммерциализация нанотехнологий: отношения с инвестором // Наноиндустрия. – 2008. – Вып. 3.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ ПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

© 2016 К.П. Сулима

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье анализируются возможности использования векторных процессов для решения сложных вычислительных задач. Показано, что одним из наиболее востребованных способов решения сложных вычисли-

тельных задач является использование ПЛИС (программируемой логической интегральной схемы).

Ключевые слова: векторные вычисления, ПЛИС, программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений.

В современной науке существует ряд областей, в которых необходимо проводить сложные и ресурсоемкие вычисления. К ним относятся: анализ и обработка изображений и сигналов, симуляция физики, вычислительная математика, вычислительная биология, финансовые расчеты, динамика газов и жидкостей, криптография и многие другие. Использование графических процессоров для вычислений в данных областях позволяет достигнуть ускорения в 5–30 раз, по сравнению, с универсальными процессорами за счет использования более тысячи мелких энергоэффективных ядер, созданных для выполнения нескольких задач одновременно [Боресков и др. 2012: 2].

Векторные вычисления – это вид параллельных вычислений с параллелизмом на уровне данных (SIMD – Signal Instruction Multiple Data), основной отличительной чертой которых является представление операнда (аргумента операции) как упорядоченного массива данных – вектора [Воеводин 2002: 54]

Одним из популярных способов решения данной задачи является использование ПЛИС (программируемой логической интегральной схемы), а также специализированных микропроцессоров, таких как ЦПОС (цифровой сигнальный процессор), которые используются для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Основным недостатком

данного подхода является высокая степень ресурсно-временных затрат на проектирование и изготовления устройства [Воеводин 2002: 54].

Поскольку графические вычисления являются частным случаем векторных вычислений, а современные видеокарты отлично адаптированы под такие задачи, возможно использование вычислительной мощности видеочипов для неграфических вычислений. Компанией NVidia была создана программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров [Nvidia CUDA — неграфические вычисления на графических процессорах].

В видеочипах используется вид параллельных вычислений с параллелизмом на уровне потоков SIMT (single instruction, multiple threads, одна инструкция — множество потоков). Как и в векторных процессорах, операции проводятся с массивами данных, но для каждой ячейки обрабатываемых данных работает отдельная нить команд. [Боресков и др. 2012: 112].

В результате:

- 1) параллельно могут выполняться сотни операций над сотнями ячеек данных;
- 2) в каждом потоке выполняется произвольная последовательность команд, она может обращаться к разным ячейкам;
- 3) возможны ветвления, однако, параллельно могут выполняться только нити с одной и той же последовательностью операций.

Технология CUDA — это программно-аппаратная вычислительная архитектура NVidia, основанная на расширении языка C, которая даёт организации возможность доступа к набору инструкций графического ускорителя и управления его памятью при организации параллельных вычислений.

Основные характеристики CUDA:

- унифицированное программно-аппаратное решение для параллельных вычислений на видеочипах NVidia;
- стандартный язык программирования C;
- стандартные библиотеки численного анализа (быстрое преобразование Фурье и линейная алгебра);
- оптимизированный обмен данными между CPU и GPU;
- поддержка 32- и 64-битных операционных систем: Windows, Linux и Mac OS X;
- возможность разработки на низком уровне.

Основные ограничения CUDA:

- отсутствие поддержки рекурсии для выполняемых функций;
- закрытая архитектура CUDA, принадлежащая NVidia.

Выполнение расчётов на GPU показывает отличные результаты в алгоритмах, использующих параллельную обработку данных. То есть в тех случаях, когда одну и ту же последовательность математических операций применяют к большому объёму данных. При этом лучшие результаты достигаются, если отношение числа арифметических инструкций к числу обращений к памяти достаточно велико. Это предъявляет меньшие требования к управлению исполнением (flow control), а высокая плотность математики и большой объём данных отменяет необходимость в больших кэшах, как на CPU [Боресков и др. 2012: 252].

Представленная компанией NVidia программно-аппаратная архитектура для расчётов на видеочипах CUDA хорошо подходит для решения широкого круга задач с высоким параллелизмом, а также выгодно отличается от других решений из-за отсутствия необходимости проектировать аппаратное решение для каждой конкретной задачи. CUDA работает на большом количестве видеочипов NVidia и улучшает модель программирования GPU, значительно упрощая её и добавляя большое количество воз-

возможностей, таких как разделяемая память, возможность синхронизации потоков, вычисления с двойной точностью и целочисленные операции.

Библиографический список

Боресков А. В. и др. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 336 с.

Боресков А., Харламов А. Основы работы с технологией CUDA. – СПб.: ДМК Пресс, 2010. – 536 с.

Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельный вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 602 с.

Ускоряя научные открытия и анализ данных [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nvidia.ru/object/gpu-computing-ru.html> (дата обращения 1.10.2016)

Nvidia CUDA — неграфические вычисления на графических процессорах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml> (дата обращения: 1.10.2016)

ВЛИЯНИЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ И МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ НА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУР $BaTiO_3$

© 2016 **Е.А. Фадеева, А.И. Рябинин, Н.А. Емельянов**
Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье анализируются сегнетоэлектрические наноразмерные частицы. Рассмотрены их основные свойства, и перспективы применения.

Ключевые слова: сегнетоэлектрические наноструктуры, диэлектрическая проницаемость, сегнетоэлектрические фазовые переходы.

В настоящее время в электронике и технике СВЧ широкое распространение получают приборы и устройства на основе сегнетоэлектрических материалов.

Сегнетоэлектриками называют вещества, кристаллическая структура которых допускает появление в некоем диапазоне температур и давлений спонтанной электрической поляризации (отличного от нуля результирующего дипольного момента единицы объема образца), модуль и пространственная ориентация которой могут измениться под действием внешнего электрического поля.

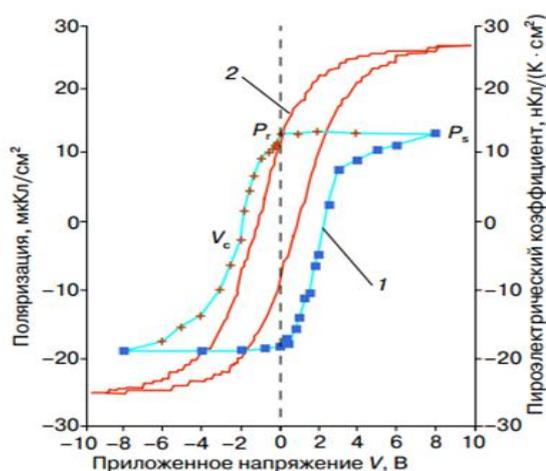


Рис. 1. Петли сегнетоэлектрического (1) и пьезоэлектрического (2) гистерезиса сегнетоэлектрической пленки цирконата–титаната свинца

ЦТС (0,53/0,47): P_s – спонтанная поляризация (насыщение),

P_r – остаточная поляризация ($V = 0$), V_c – коэрцитивное напряжение ($P = 0$)

В настоящее время рассматривают различные варианты искусственных модификаций сегнетоэлектрических материалов, связанные с но-

выми возможностями получения наноструктурированных, тонкопленочных и многослойных сегнетоэлектрических структур. Подобные модификации позволяют реализовать целый ряд принципиально новых применений сегнетоэлектриков на микро- и наноуровнях [Струков и соавт.2008].

В связи с этим возникают новые проблемы, связанные с фундаментальной физикой и имеющие отношение к субстратной и доменной инженерии, эффектам деполяризации и размерным эффектам — изменению характера и температуры сегнетоэлектрических фазовых переходов.

Многие экспериментальные результаты подтверждают, что при уменьшении размеров сегнетоэлектрических частиц происходит уменьшение температуры фазового перехода и его «размытие», причем эффект выражен наиболее ярко, когда размер частицы становится меньше некоторой критической величины.

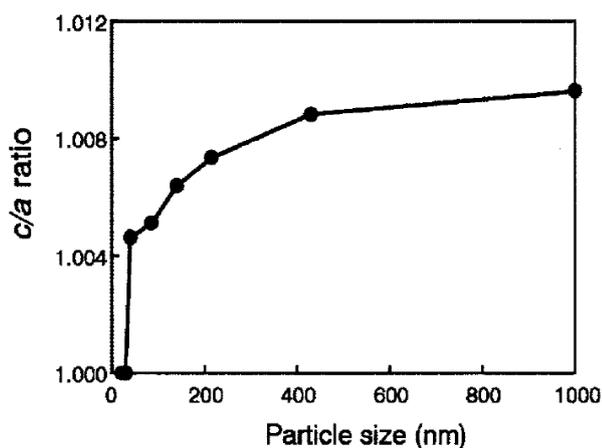


Рис. 2. Зависимость тетрагональности ячейки от размера частиц BaTiO₃ [Hoshina et al. 99 2006]

Сегнетоэлектрические свойства в наночастицах BaTiO₃ исчезают при достижении ими некоторого критического размера, который, по разным данным, колеблется в диапазоне 15–120 нм для различных кислородно-октаэдрических сегнетоэлектриков.

Сегнетоэлектрические материалы могут быть выращены в виде «нанопроволок» или «наностержней». Строгой границы между наностерж-

нями и нановолокнами не существует, однако к нановолокнам обычно относят наностержни (а при отсутствии информации о внутреннем строении – и нанотрубки) с соотношением размеров 10:1 и более.

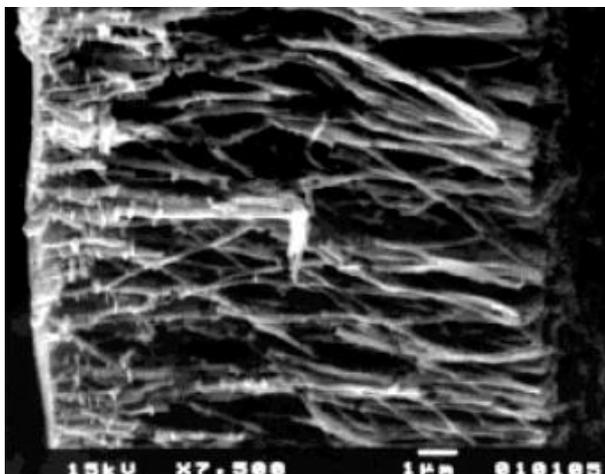


Рис. 3. Изображения РЭМ наностержней BaTiO₃, полученных темплатного золь-гель электрофоретического осаждения [Limmer et al. 2002]

Группой исследователей были получены монокристаллические нанопроволоки BaTiO₃ диаметром 5-70 нм и длиной, достигающей 10 мкм [Urban et. al. 2002].

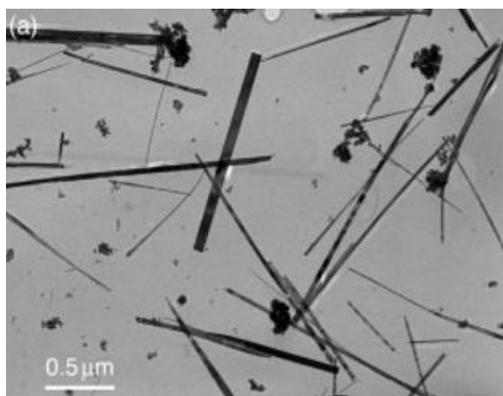


Рис. 4. Изображение ПЭМ нанопроволок BaTiO₃, показывающее, что продуктами реакции в основном являются нанопроволоки, а также небольшое количество (~ 10%) агрегатов наночастиц [Urban et al. 2003]

Уменьшение толщины пленки ниже некоторой критической величины должно изменять баланс между короткодействующими силами и

дальнодействующими взаимодействиями таким образом, что температура фазового перехода обращается в нуль и сегнетоэлектричество исчезает. Именно это происходит в поликристаллических пленках, в которых имеется два характерных размера — толщина пленки и размер кристаллита [Приседский 2014].

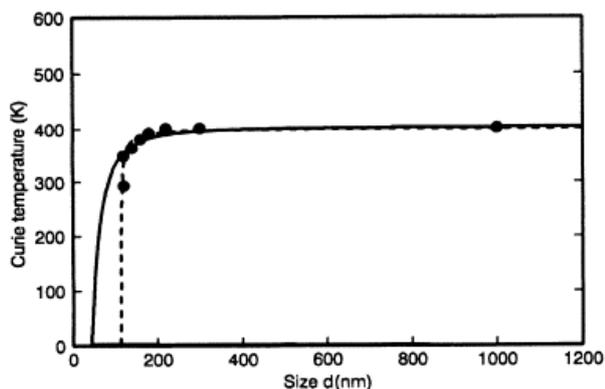


Рис. 5. Зависимость температуры Кюри сферической частицы BaTiO_3 в зависимости от диаметра частицы: теоретический расчет (сплошная линия) и экспериментальные значения (круги и пунктирная линия) [Миннекаев 2014]

В эпитаксиальных тонких пленках также имеется ряд факторов, определяющих размерные эффекты — деполяризующее электрическое поле, увеличивающееся с уменьшением толщины пленки, непереключающиеся «мертвые» слои в интерфейсе пленка/электроды, наличие или отсутствие доменной структуры.

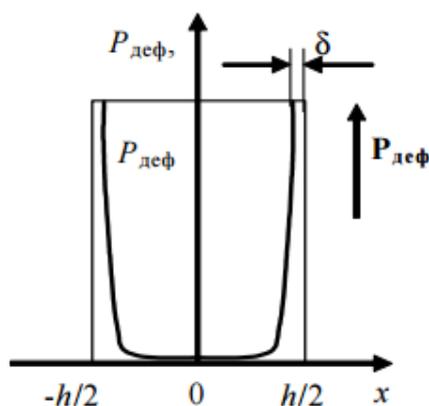


Рис. 6. Распределение в сегнетоэлектрической пленке поляризации, связанной с механической деформацией [Зубко 2013]

Фиксация фазового перехода с помощью традиционных диэлектрических измерений по максимуму диэлектрической проницаемости не всегда дает истинную точку Кюри, и важное значение приобретают «косвенные» методы — рентгеновское определение температурной зависимости степени тетрагональности, либо измерение теплоемкости [Зубко 2013].

Необходимо отметить еще один существенный для свойств эпитаксиальных пленок момент — наличие эпитаксиальных механических деформаций несоответствия.

Известно, что даже в объемных кристаллах гидростатические и двухосные давления изменяют температуру фазового перехода.

В результате возникает своеобразная конкуренция различных внешних и внутренних факторов, определяющая в конечном счете положение температуры фазового перехода. Возникла и развивается область исследований сегнетоэлектрических наноструктур. При этом оказывается возможным не только получать необходимую температуру сегнетоэлектрического фазового перехода, но и задавать направление спонтанной поляризации в наноструктуре.

Библиографический список

Струков Б.А., Давитадзе С.Т., Шнайдштейн И.В. Фазовые переходы в сегнетоэлектрических гетероструктурах / Актуальные проблемы физики твердого тела. Материалы научной конференции ФТТ-2009. Минск. — 2009. — Т. 1.— С. 6–7.

Urban J.J., Yun W.S., Gu Q., Park H. Synthesis of Single-Crystalline Perovskite Nanorods Composed of Barium Titanate and Strontium Titanate // J. Am. Chem. Soc. 2002. — V.124. — p.1186–1187.

Приседский В.В. Наноструктурные керамические функциональные материалы // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. 2014. – Вып. 1(22). – С. 20–34.

Миннекаев М. Н. Структурные и химические особенности и электронные свойства ультратонких слоев BaTiO₃, полученных методом импульсного лазерного осаждения: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. 2014. – М. – 24 с.

Hoshina T., H. Kakemoto, T. Tsurumi, S. Wada and M. Yashima Size and temperature induced phase transition behaviors of barium titanate nanoparticles / Journal of Applied Physics. – 2009. – Vol. 99, 054311–8.

Limmer S.J., S. Seraji, M.J. Forbess, Y. Wu, T.P. Chou, C. Nguyen, G.Z. Cao, Adv. Func.Mater. (2002).]

Urban J.J., J.E. Spanier, L. Ouyang, W.S. Yun, H. Park Single-Crystalline Barium Titanate Nanowires // Advanced Materials. – 2003. – Vol. 15, № 5. – P. 423–426.

Зубко С.П. Размерные эффекты диэлектрического отклика в тонкопленочных кислородсодержащих сегнетоэлектрических структурах // Современные проблемы науки и образования. 2013. – Вып.2. – С. 538–546.

**ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ НА ПЕНОПОЛИУРЕТАНЕ
ИОННЫХ АССОЦИАТОВ КАТИОНОВ
ТРИФЕНИЛМЕТАНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ С
ПЕРХЛОРАТ-ИОНОМ**

© 2016 **Е.А. Аниканова, Е.Ф. Лозинская**

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье приведены результаты изучения сорбции на пенополиуретане ионных ассоциатов бриллиантового зеленого и кристаллического фиолетового с ClO_4^- из водных растворов при $\text{pH}=2,8$.

Ключевые слова: *пенополиуретан, трифенилметановые красители, ионные ассоциаты с перхлорат-ионом, сорбция.*

Перхлорат калия – важный компонент травильного сернокислового раствора, применяющегося в производстве свинцовых аккумуляторных пластин. В ходе формирования пластин перхлорат-ион не восстанавливается, его содержание может меняться, так как ClO_4^- разлагается с образованием хлоридов и других кислородсодержащих анионов хлора. Методы гравиметрии и титриметрии не пригодны для контроля содержания перхлоратов из-за низкой избирательности реагентов по отношению к перхлорат-ионам, а также необходимости постоянно поддерживать соотношение реагентов, что является сложной задачей при исследовании проб электролита. Среди инструментальных методов определения перхлоратов наиболее чувствительными являются спектрофотометрия и ионная хроматография. Методы экстракционно-спектрофотометрического определения перхлоратов основаны на извлечении органическим растворителем ионного ассоциата перхлорат-ионов с катионными красителями. Такими красителями могут служить красители тиазинового ряда (метиленовый голубой, нейтральный красный) и трифенилметанового ряда (бриллиантовый зеленый, малахитовый зеленый, кристаллический фиолетовый и др.) [Блюм 1976]. Также предложен сорбционно-спектрометрический и тест-метод определения перхлорат-ионов с тионином, предусматривающий сорбцию на пенополиуретане (ППУ) [Химченко 2009]. Целью нашей работы было оценить возможности применения сорбции ионных ассоциатов катионов трифенилметановых красителей с перхлорат-ионом для определения ClO_4^- в водном растворе.

Изучение сорбции ионных ассоциатов исследуемых трифенилметановых красителей с перхлорат-анионом производили, оценивая оптическую плотность окрашенного раствора объемом 25 см^3 до и после сорбции на пластинке ППУ диаметром $\approx 1 \text{ см}$, высотой $0,5 \text{ см}$, $m \approx 0,07 \text{ г}$. Для сорбции ее помещали в раствор, отжимали стеклянной палочкой так, чтобы поры заполнились жидкостью, и перемешивали на магнитной мешалке в течение 5 минут. Растворы для сорбции готовили из рабочих растворов бриллиантового зеленого (БЗ) и кристаллического фиолетового (КФ), исходная концентрация которых 1 г/дм^3 ($C_0(\text{БЗ}) = 2,08 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$) ($C_0(\text{КФ}) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$), разбавление подбирали таким образом, чтобы оптическая плотность растворов ($l = 1 \text{ см}$, относительно воды) до сорбции находилась в пределах от 1,2 до 0,8 при λ_{max} (для растворов БЗ составила 623 нм, для растворов КФ - 590 нм). Рабочий раствор перхлората готовили из перекристаллизованного КСЮ_4 квалификации «ч.д.а.» массой 0,13855 г в дистиллированной водой объемом 100 см^3 ($C_0 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$).

Для определения оптимального для сорбции ионных ассоциатов рН раствора использовали серию ацетатных буферных растворов в диапазоне от 2,8–6,9. При изучении зависимости степени сорбции от рН создавали 2-кратный избыток перхлорат-иона, степень сорбции оценивали по формуле: $\alpha = \Delta A / A_0$, где $\Delta A = A_0 - 'A$, A_0 и $'A$ – оптические плотности при λ_{max} растворов до и после сорбции. Динамика изменения зависимости степени сорбции от рН раствора представлена на рисунке 3.

Оптимальным для сорбции ионных ассоциатов приняли рН = 2,8, так как наблюдается более высокая степень сорбции красителя на ППУ в присутствии перхлорат-иона при незначительной сорбции посторонних ионных ассоциатов.

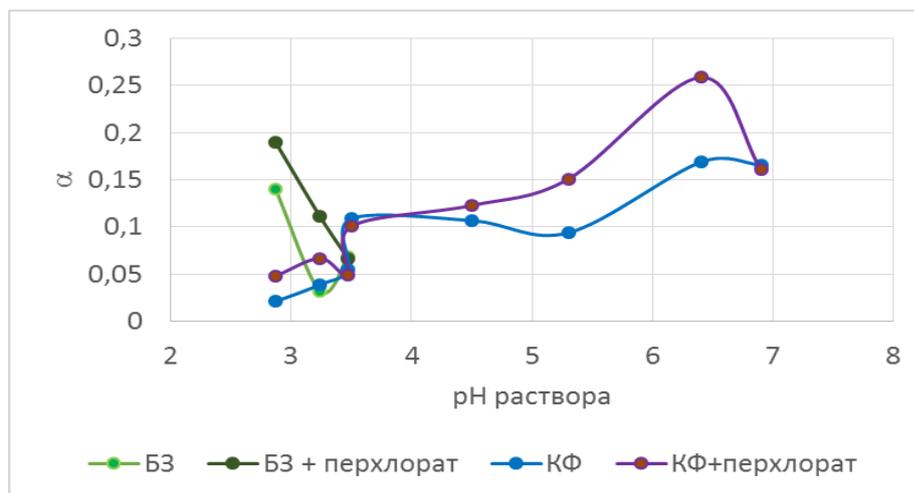


Рис. 1. Зависимость степени сорбции от pH раствора

Далее изучали сорбцию ионных ассоциатов БЗ и КФ с перхлорат-ионом в статических условиях, меняя концентрацию красителя от $3 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³ для КФ и до $8 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³ для БЗ, поддерживая pH=2,8 и концентрацию перхлорат-иона при его присутствии – $4 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Изотермы сорбции строили в координатах A от C, где A – удельная концентрация красителя на сорбенте в ммоль/г, а C – равновесная концентрация красителя в растворе после сорбции. Расчет концентраций производили с учетом молярных коэффициентов светопогашения для БЗ $\epsilon=1,33 \cdot 10^4$, для КФ $\epsilon=7,32 \cdot 10^4$. Полученные изотермы хорошо аппроксимируются в рамках модели Ленгмюра. На рисунке 2 представлена изотерма и ее линейризация для кристаллического фиолетового – как зависимость C/A от C, уравнение линейной зависимости позволяет вычислить K_L и $A_{пр}$: $\frac{C}{A} = \frac{1}{A_{пр}} \cdot C + \frac{1}{K_L \cdot A_{пр}}$, где K_L – константа Ленгмюра, $A_{пр}$ – сорбционная ёмкость.

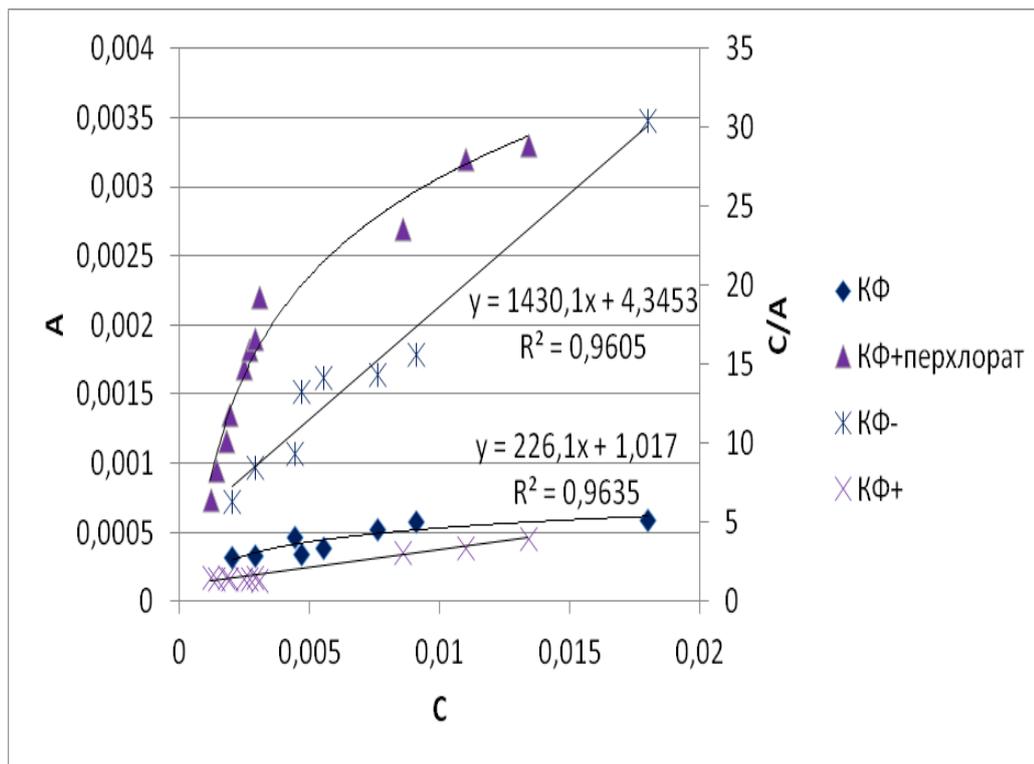


Рис. 2. Изотермы сорбции ионных ассоциатов КФ

Некоторые термодинамические характеристики сорбции ионных ассоциатов
КФ и БЗ на пенополиуретане

	$A_{пр}, \text{ммол}$ ь/г	K_L	D
КФ	0,71	332, 24	96
КФ+Cl O_4^-	4,42	222, 32	673
БЗ	0,007	35,3 4	142
БЗ+ClO 4^-	0,076	9,40	490

Для оценки возможности использования сорбции ионных ассоциатов КФ и БЗ с перхлорат-ионом на ППУ для определения перхлоратов в

водных растворах оценивали зависимость оптической плотности раствора после сорбции и изменения оптической плотности раствора в результате сорбции от содержания перхлорат-иона в растворе в области концентраций $2 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ при постоянной концентрации красителя $4 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ (рис. 3).

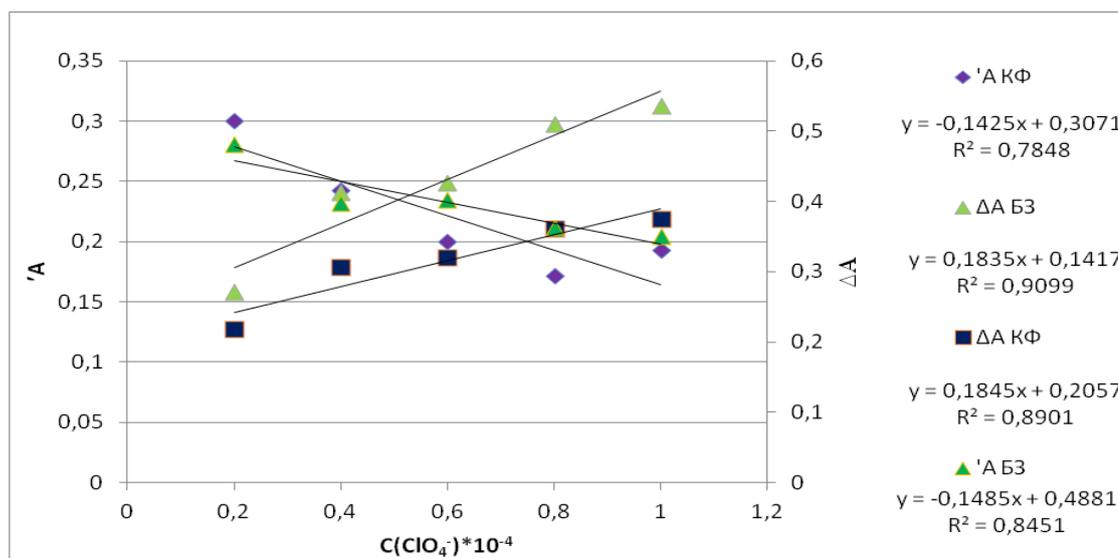


Рис. 3. Зависимость оптической плотности конечного раствора и изменения оптической плотности растворов в результате сорбции на ППУ ионных ассоциатов КФ и БЗ с перхлорат-ионом от концентрации ClO_4^- в растворе

Ионный ассоциат перхлорат-иона с кристаллическим фиолетовым лучше сорбируется пенополиуретаном из водного раствора, о чем свидетельствует и более широкий интервал рН, оптимальный для сорбции, и более высокие значения $A_{\text{пр}}$, при этом в присутствии перхлорат-иона $A_{\text{пр}}$ увеличивается в 7 раз относительно сорбции красителя в форме хлорида. Лучшую сорбируемость ионных ассоциатов с кристаллическим фиолетовым можно объяснить его меньшей полярностью, так как он относится к группе триаминзамещенных трифенилметановых красителей [Дмитриенко, Апяри 2009]. Однако оба сорбционных процесса могут быть использованы в аналитических целях для определения ClO_4^- , так как наблюдается линей-

ная зависимость оптической плотности раствора после сорбции и изменения оптической плотности растворов в ходе сорбции от концентрации перхлората в растворе.

Библиографический список

Блюм И.А. Экстракционно-фотометрические методы анализа с применением основных красителей. – М.: Наука, 1976. – 219 с.

Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. Пенополиуретан. Сорбционные свойства и применение в химическом анализе. – М: Краснодар, 2009. – С. 8–12.

Уильямс У.Дж. Определение анионов: Справочник: учеб. пособие. – М.: Химия. 1982. – 624 с.

Химченко С.В. Сорбционно-спектроскопический и тест метод определения перхлорат-иона с тионином на пенополиуретане // Журн. аналит. химии. – 2009. – Т.64. – №1. С.18–22.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МАРГАНЦА В ПРЯМЫХ МИЦЕЛЛАХ ЦЕТИЛПИРИДИНИЙ ХЛОРИДА

© 2016 К. Е. Валуева, А. В. Градинар, Н. А. Борщ

Юго-Западный государственный университет, Курск

В статье представлены экспериментальные результаты по исследованию электронных спектров поглощения реакционной смеси в ходе синтеза наночастиц марганца.

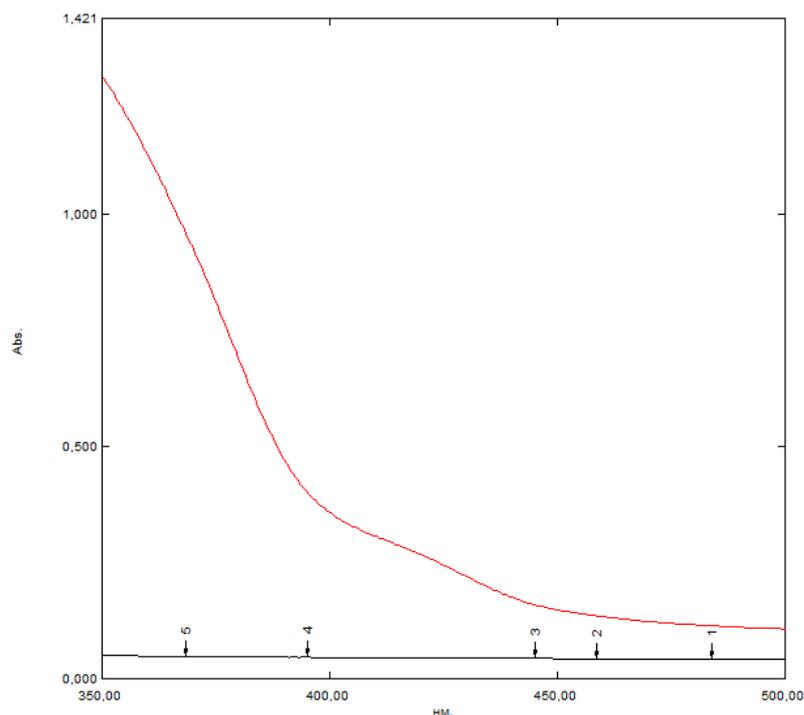
Ключевые слова: наночастицы металлов, электронный спектр реакционной смеси, мицеллярный водный раствор.

Разработка дешевых и доступных методов синтеза наночастиц металлов для их использования в сельском хозяйстве является перспективным направлением исследований [Sîrbu et al. 2016; Maslobrod et al. 2016].

Цель настоящей работы – разработка методики синтеза наночастиц марганца в прямых мицеллах цетилпиридиний хлорида (ЦПХ). Актуальность разработки методов синтеза наночастиц в прямых мицеллах заключается в том, что в этом случае выход наноматериала приемлем с практической точки зрения; при этом не требуется дорогостоящего оборудования, а синтез протекает в мягких условиях [Миргород, Борщ 2009].

Наночастицы марганца синтезировали в мицеллярном водном растворе ЦПХ восстановлением ионов марганца (II) гидразином. Для сдвига мицеллы в гидратное состояние [Миргород и соавт. 2010] использовали добавку лимонной кислоты. Образование наночастиц марганца контролировали по появлению плазмонного типа в электронных спектрах реакционной смеси до и после восстановления ионов марганца (II) (см. рис.).

В электронном спектре реакционной смеси до добавления восстановителя (гидразин-гидрата) отсутствуют полосы поглощения. После добавления восстановителя и перемешивания реакционной массы в течение 150 мин появляется новая полоса с максимумом в УФ области и неразделенная полоса при 425 нм (см. рис.).



Электронные спектры поглощения

реакционной смеси в ходе синтеза наночастиц марганца: нижний – до восстановления; верхний – после восстановления ионов Mn (II) гидразин-гидратом

Эти полосы могут быть вызваны плазмонным поглощением электромагнитного излучения образующимися наночастицами марганца. Таким образом, в первом приближении можно говорить о присутствии наночастиц марганца в реакционной смеси.

Библиографический список

Sîrbu T., Maslobrod S.N., Mirgorod Yu.A., Borodina V.G., Borsch N.A., Ageeva L.S. Influence of dispersed solutions of copper, silver, bismuth and zinc oxide nanoparticles on growth and catalase activity of penicillium funiculosum // [IFMBE Proceedings](#). 2016. Т. 55. С. 271–274.

Maslobrod S.N., Mirgorod Y.A., Lupashku G.A., Borsch N.A., Borodina V.G., Ageeva L.S., Shibaev A., Groisman I. Effect of aqueous dispersions with NPAg, NPCu, NPBi, and NPZnO, millimeter- wave radiation, and weak mag-

netic fields on the germination of triticale and wheat seeds under the action of a pathogenic fungus and low temperatures // [IFMBE Proceedings](#). 2016. Т. 55. С. 275–279.

Миргород Ю.А., Борщ Н.А. Способ получения наночастиц металлов или гибридов наночастиц металлов // Патент RUS 2369466 от 26. 02. 2009.

Миргород Ю.А., Постников Е.Б., Борщ Н.А. Исследование методом ЯМР ^{13}C структуры мицелл хлоридов алкиламмония в водных растворах // Журнал структурной химии. 2010. Т. 51. № 6. С. 1147–1154.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ В-ЦИКЛОДЕКСТРИНА С НЕКОТОРЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

© 2016 **Е.Н. Замятина, Е.В. Грехнёва**

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследования, направленного на улучшение биодоступности некоторых биологически активных веществ путём их комплексообразования с β -циклодекстрином.

Ключевые слова: *β -циклодекстрин, микрокапсулирование, комплексообразование, УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, тонкослойная хроматография.*

Технологии транспортирования лекарственных веществ на основе комплексов могут в значительной степени изменить существующие лекарства, улучшая их биодоступность, позволяя снизить терапевтическую дозу [2].

Стабильность образованных комплексов биологически активного вещества и инертного носителя зависит не только от химических свойств активного компонента, но в равной степени и от свойств молекул носителя. Важными при подборе вещества матрицы являются такие критерии, как безвредность, гипоаллергенность и биодоступность. Всем этим требованиям соответствуют циклодекстрины (ЦД), которые представляют собой уникальные природные макроциклы углеводной природы, имеющие в составе молекулы цилиндрическую полость [Афанасьев 1991]. Известно, что внешняя полость ЦД гидрофильна, а внутренняя – гидрофобна. Структурная формула циклодекстина представлена на рисунке 1. Поэтому молекулы органических веществ, не растворимых в воде, могут проникать во внутреннюю полость циклодекстрина и удерживаться там, при этом сам комплекс приобретает способность растворяться в воде. Таким образом, комплексообразование с циклодекстринами позволяет перевести некоторые биологически активные вещества в водорастворимое состояние, тем самым повысить их биологическую доступность [Маркович и соавт.2011].

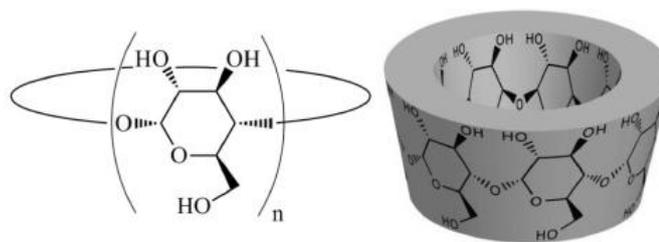


Рис. 1. Структура циклодекстринов [Афанасьев 1991]

В данной работе рассматривается возможность получения комплексов β -ЦД с акридонуксусной кислотой, 4-карбоксиякридоном, ортокрезоксиуксусной кислотой, парацетамолом и пропифеназоном. Указанные вещества были выбраны, так как производные акридона обладают бактерицидными свойствами, парацетамол и пропифеназон – анальгетик и антипиретик, ортокрезоксиуксусная кислота – адаптоген. При всех

достоинствах указанные вещества практически не растворимы в воде, поэтому встает актуальный вопрос о повышении их биодоступности, что в первую очередь связано с приданием им водорастворимых свойств.

Экспериментально процесс вели следующим образом: растворы β -ЦД и акридон постепенно смешали в мольном соотношении 1:1, 1:2 при интенсивном механическом перемешивании и нагревании. Параллельно ставили два процесса различной продолжительности: один продолжался 24 часа, другой – 1–2 часа. После этого реакционную смесь остудили, продукт осадили ацетоном. Образовавшийся осадок отфильтровывали на фильтре Шота (ВФ-1–40 пор.16), промыли ацетоном и высушили при комнатной температуре.

По такой же методике были получены комплексы: β -ЦД с акридонуксусной кислотой, β -ЦД с 4-карбоксиякридоном, ортокрезоксиуксусной кислотой, парацетамолом и пропифеназоном. Количественный анализ комплексов осуществлялся методом градуировочного графика на спектрометре УФ/видимой области спектра UV – 1800 (фирмы «Shimadzu») в интервале длин волн 600–190 нм в кювете с длиной светопоглощающего слоя 1 см.

Структура выделенных продуктов подтверждалась методом инфракрасной спектроскопии с использованием ИК-Фурье спектрометра ФСМ 1201, оснащенного приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

Некоторые образцы комплексов и β -ЦД были исследованы на электронном микроскопе «Quanta 650 FEQ», и фотографии представлены на рисунках 2–3. Морфология поверхности полученных продуктов отличается от морфологии поверхности β -ЦД и биологически активных веществ, что является косвенным доказательством образования комплексов или микрокапсул.

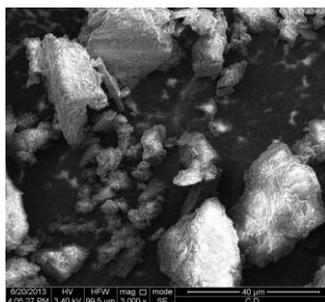
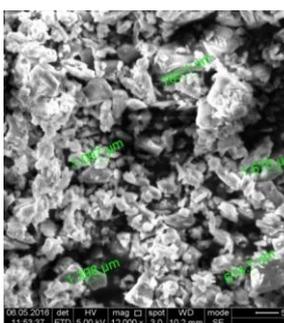
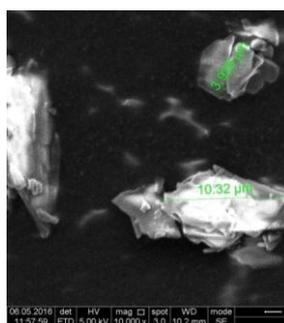


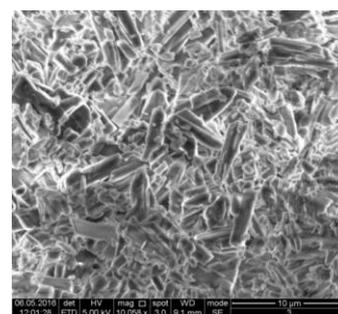
Рис. 2. Микрофотография β-циклодекстрина



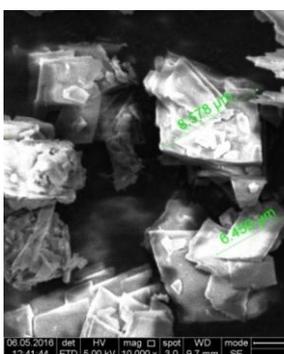
а)



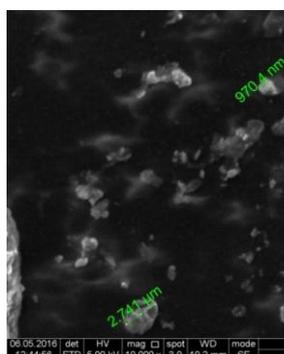
б)



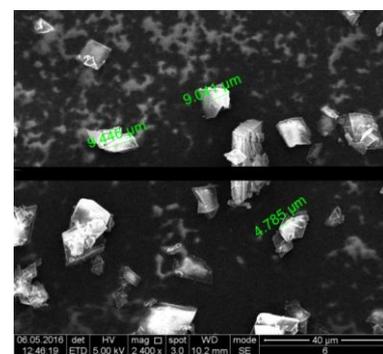
в)



г)



д)



е)

Рис. 3. Микрофотографии комплексов β-ЦД с: а) 4-карбоксиакридоном (1); б) 4-карбоксиакридоном (2); в) АУК (1); г) АУК (2); д) ортокрезоксиуксусной кислотой (1); е) ортокрезоксиуксусной кислотой (2); з) β-ЦД

Библиографический список

Афанасьев А.Г. Прикладные и коллоидные аспекты применения микрокапсул / Московский технологический институт. – М.,1991. – С. 248–264.

Грехнева Е.В., Замятина Е.Н. Получение комплексов β -циклодекстрина с производными акридона // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2016. – № 1 (09).–URL:<http://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-polucheniya-kompleksov-tsiklodekstrina-s-proizvodnymi-akridona> (дата обращения: 9.09.2016)

Маркович Ю.Д., Грехнёва Е.В., Ефанов С.А., Юдина О.П. Свойства производных акридона инкапсулированных в водорастворимые полимеры // Известия КурскГТУ. – Курск: Курск гос. техн. ун-т, 2011. – №1 (34). – С. 50–55.

ВЫБОР ПОЛИМЕРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕПАРАТОВ АНТИБИОТИКОВ С ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТЬЮ

© 2016 В.В. Власова, Е.В. Грехнёва

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматривается создание модели, позволяющей на основе микрокапсул биологически активных веществ создавать различные формы лекарственных веществ с повышенной биодоступностью.

Ключевые слова: микрокапсулирование, биодоступность, цефтриаксон, окситетрациклин.

В фармацевтической промышленности при разработке и приготовлении новых форм лекарственных препаратов широко используются методы микрокапсулирования [Ерохина и соавт. 2015].

В настоящее время антибиотики – одно из основных средств борьбы с бактериальными инфекциями человека и животных. С помощью микрокапсулирования можно придать антибиотикам ценные свойства. Нами было осуществлено микрокапсулирование окситетрациклина в форме основания и цефтриаксона в форме гидрохлорида.

Мы добивались создания инкапсулированных биологически активных веществ, которые можно использовать как перорально в виде таблетированных форм, в форме сиропов, порошков для приготовления напитков и др., так и в качестве инъекционных форм. Для этой цели нам необходимо было выбрать полимер, используемый в качестве оболочки для микрокапсулирования.

Для выбора полимера в качестве оболочки микрокапсул на кафедре оперативной хирургии КГМУ изучена в сравнительном аспекте реакция тканей лабораторных животных на внутримышечное введение оболочек микрокапсул на основе полимеров альгината натрия, гуаровой камеди, поливинилпирролидона.

Экспериментальные оперативные вмешательства проводились на лабораторных крысах линии Вистар.

В ходе исследования было обнаружено, что все перечисленные полимеры оказались пригодными для инъекционного введения. Также было установлено, что приоритетным материалом является гуаровая камедь [Липатов и соавт. 2015].

В качестве оболочек были выбраны полимеры природного происхождения: альгинат натрия, гуаровая камедь – и синтетические водорастворимые полимеры – поливиниловый спирт, поливинилпирролидон.

Такой выбор был направлен на повышение биодоступности капсулируемого агента, что позволит решить проблему создания оптимальной терапевтической концентрации ЛВ в организме и делает возможным на основе полученных микрокапсул создавать новые виды готовых лекарственных форм [Грехнева, Кудрявцева 2014].

Микрокапсулирование осуществлялось физико-химическим методом, который состоит в переосаждении полимера на поверхности капсулируемого вещества путем замены растворителя.

Некоторые результаты процессов микрокапсулирования при соотношении полимер : капсулируемое вещество 1:1 приведены в таблице.

Полимер	Вещество	Выход	% в капсуле
ПВП	Окситетрациклин	47	70
	Цефтриаксон	23	64,8
ПВС	Окситетрациклин	72,5	46,7
	Цефтриаксон	89,5	48,89
Гуаровая камедь	Окситетрациклин	66	55,6
	Цефтриаксон	75,5	46,3
Альгинат натрия	Окситетрациклин	88	49,2
	Цефтриаксон	54	37,5

Количественный анализ микрокапсул осуществлялся методом градуировочного графика на спектрометре УФ/видимой области спектра UV – 1800 (фирмы «Shimadzu») в интервале длин волн 600–190 нм в кювете с длиной светопоглощающего слоя 1 см.

Структура выделенных продуктов подтверждалась методом инфракрасной спектроскопии с использованием ИК-Фурье спектрометра

ФСМ 1201, оснащенного приставкой нарушенного полного внутреннего отражения.

Анализ полученных данных показал что ИК–спектры микрокапсул содержат полосы поглощения, характерные как для капсулируемых веществ, так и для полимеров.

Была изучена седиментационная устойчивость суспензий микрокапсул цефтриаксона в альгинате натрия, цефтриаксона в поливиниловом спирте, окситетрациклина в альгинате натрия и окситетрациклина в поливиниловом спирте.

В случае дисперсии микрокапсул окситетрациклина в альгинате натрия концентрация действующего вещества в растворе снизилась почти в два раза в течение первых суток. Суспензия же микрокапсул окситетрациклина в поливиниловом спирте оказалась более устойчивой: концентрация окситетрациклина в растворе в течение суток уменьшилась на 30%. Поэтому предпочтительным является применение микрокапсул окситетрациклина в виде порошка.

Самой высокой устойчивостью характеризуются суспензии микрокапсул: цефтриаксона в поливиниловом спирте и цефтриаксона в альгинате натрия. В этих дисперсиях концентрация действующего вещества оставалась постоянной 25 суток.

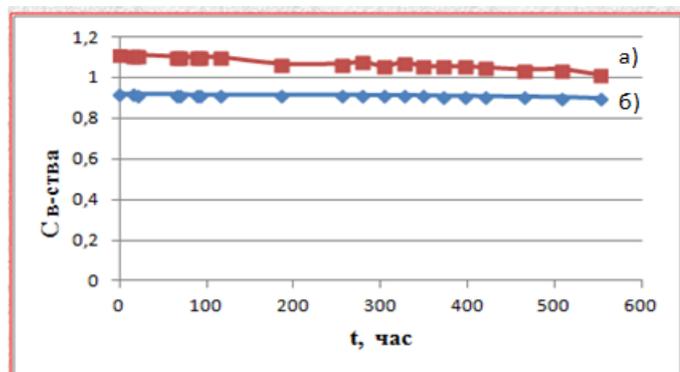


График седиментационной устойчивости суспензии микрокапсул:
а) цефтриаксона в поливиниловом спирте; б) цефтриаксона в альгинате натрия

Библиографический список

Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н. Особенности микрокапсулирования некоторых лекарственных препаратов в альгинат натрия // Auditorium: электронный научный журнал Курского государственного университета. № 3. – 2014.

Липатов В.А. Оценка реакции тканей лабораторных животных на внутримышечное введение микрокапсул на основе полимеров альгината натрия, гуаровой камеди, поливинилпирролидона как носителя лекарственных веществ для лечения и профилактики хирургических заболеваний [Текст] / В.А. Липатов, Е.В. Грехнева, И.В. Мезенцева,

Ерохина Ю.И., Воронкова Е.И., Сериков А.Ю., Сапельникова Ю.А. – Верхневолжский медицинский журнал. – Челябинск 2015. – № 14. – 9 с.

Степанова Э.Ф. Микрокапсулы: перспективы использования в современной фармацевтической практике / Э.Ф. Степанова, М.Е. Ким, К.Б. Мурзагулова, С.Б. Евсеева. Фундаментальные исследования. – Пятигорск, 2014. – №3.– С.766–769.

СИНТЕЗ 2-(2-(6Н-ИНДОЛ[2,3-В] ХИНОКСАЛИН-6-ИЛ)АЦЕТИЛ)-N- АРИЛСЕМИКАРБАЗИДОВ

© 2016 **И.Б. Кометиани, П.И. Сысоев, Н.В. Данилова**

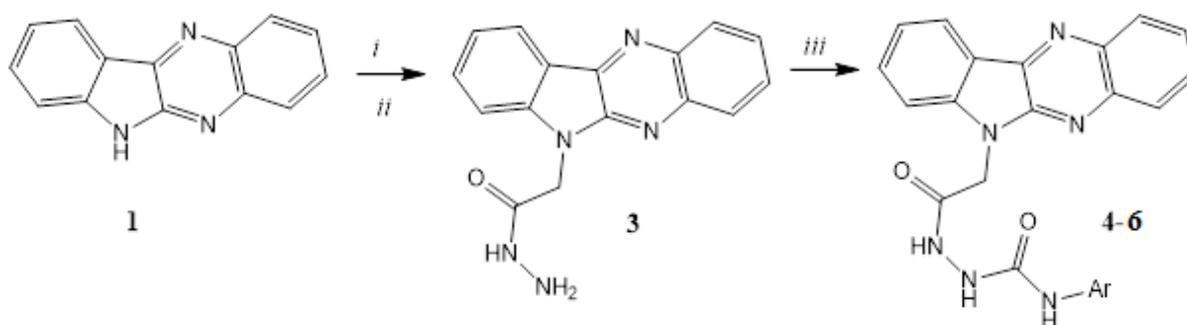
Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются способы синтеза 2-(2-(6H-индол[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)ацетил)-*N*-арилсемикарбазидов, доказана структура синтезированных соединений.

Ключевые слова: индолхиноксалина, семикарбазид, гидразид.

Производные 6H-индоло-[2,3-*b*]хиноксалина представляют собой перспективный класс соединений, так как они обладают широким спектром биологической активности: антибактериальным, противогрибковым, противовоспалительным. Известно, что механизм противовирусного и цитотоксического действия производных индолхиноксалина заключается в обратимом встраивании молекулы вещества в спираль ДНК, что приводит к нарушению процессов - репликации ДНК [Hari Narayana Moorthy N. S.].

Учитывая вышесказанное, мы осуществим синтез новых потенциально биологически активных соединений, содержащих в своей структуре фрагмент индолхиноксалина с одной стороны и арилсемикарбазид с другой. Синтез проводили в соответствии со схемой:



i: $\text{ClCH}_2\text{COOBu}$, ДМФА, K_2CO_3 , 120°C ; *ii*: $\text{NH}_2\text{-NH}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, BuOH, Δ ;

iii: ArNCO , MeCN, r.t, где Ar: 2-F, 3-F, 4- NO_2 .

Исходный 6H-индоло-[2,3-*b*]хиноксалин (1) использовали в последующей реакции алкилирования бутиловым эфиром монохлоруксусной кислоты в среде ДМФА в присутствии K_2CO_3 . Полученный бутиловый

эфир уксусной кислоты индолохиноксалина подвергали гидразинолизу в среде кипящего бутанола в течение 4 часов, так с выходом 81% был получен соответствующий гидразид (**3**). Основываясь на данных работы [Сысоев 2015], установим, что арилсемикарбазиды акридонуксусной кислоты проявляют противомикробную активность. В соответствии с этими данными нами был осуществлен синтез соответствующих арилсемикарбазидов (**4-6**), содержащих фрагмент индолхиноксалина в своей структуре.

В результате взаимодействия соединения **3** с замещенными арилизоцианатами в среде ацетонитрила при комнатной температуре, были получены соответствующие арилсемикарбазиды в виде осадков желтого цвета с выходами, близкими к количественным (87–97%).

Структуру и чистоту синтезированных соединений подтверждали методами ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии.

Компьютерные расчеты, проведенные с помощью программы Pass online, показали наличие противовоспалительной, противовирусной, противораковой активности для синтезированных соединений (**4-6**).

Библиографический список

Шибинская М.О. Синтез, аффинитет к ДНК, противовирусная и интерферониндуцирующая активности амидов индоло[2,2-*b*]хиноксалин-6-ил-карбоновых кислот / М.О. Шибинская, Е.А. Коваленко, А.С. Карпенко, С.А. Ляхов// Вестник Национальной академии наук Украины. – Киев, 2010. – №15. – С. 127.

Ameen Ali Abu-Hashem. Synthesis, reactions and biological activity of quinoxaline derivatives // American journal of organic chemistry. – 2015. – №5. – Vol. 1. – P. 14–18.

Bethala Jawahar Luther. Design and synthesis of novel indole-quinoxaline hybrids to target phosphor-diesterase 4 / Bethala Jawahar Luther, Chekuri Sharmila Rani, Namburi Suresh, Mandava V. Basaveswara Rao, Ravikumar Kapavarapu, Chakali Suresh, P. Vijaya Babu // Arabian journal of chemistry. – 2015. – №14. – P. 3–6.

Hari Narayana Moorthy N. S., Karthikeyan C, Trivedi P. Design, synthesis, cytotoxic evaluation, and QSAR study of some 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline derivatives. // Journal of Enzyme inhibition and medical chemistry. – 2009. – №3. – P. 2.

Сысоев П.И. Синтез гетероциклических соединений на основе акридонуксусной кислоты: дис. канд. хим. наук (020003). – М., 2015. – С. 36, 73–75.

НАНОКАПСУЛИРОВАНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ВНЕШНЕЙ КОРЫ BETULA PENDULA ROTH

© 2016 Т.Н. Уйманова, Е.В. Грехнева, Н.И. Косолапова

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

*Показана возможность нанокapsулирования экстрактивных веществ внешней коры *Betula pendula Roth*, в частности тритерпеноидов лупанового ряда, из водного извлечения в кишечнорастворимый полимер «Eudragit®L100»*

Ключевые слова: *нанокapsулирование, бетулин, Эудрагит «Eudragit®L100».*

В последние годы возрос интерес к препаратам, получаемым из растительного сырья, которые характеризуются высокой биологической активностью и малой токсичностью. Среди таких препаратов особое место занимают сухие и жидкие экстракты, содержащие в своем составе в качестве основных действующих веществ соединения класса тритерпеноидов. Основным источником таких тритерпеноидов лупанового ряда, как бетулин и его окисленные производные, является внешняя кора березы повислой. Указанные экстрактивные вещества бересты обладают антиоксидантными, иммуностимулирующими, противовоспалительными, противовирусными, ранозаживляющими, желчегонными, противоопухолевым, гепатопротекторными свойствами и поэтому представляют интерес для фармацевтической промышленности [Косолапова и соавт. 2014].

В научно-техническом центре ООО ТПК «КАВИТА» разработан способ получения водного экстракта бересты березы с использованием технологии ультразвуковой кавитационной обработки сырья. Основными преимуществами нового способа извлечения экстрактивных веществ являются токсикологическая и экологическая безопасность, достигаемая за счет отказа от использования токсичных, зачастую пожароопасных растворителей, а также экспрессность. Водный экстракт, получаемый по указанной технологии, представляет собой устойчивый золь бежевого цвета с запахом древесины березы и горьковатым вкусом [Косолапова и соавт. 2014].

Было показано, что в состав получаемого водного извлечения входят $0,27 \pm 0,30\%$ экстрактивных веществ, основную массу из которых составляет бетулин. Кроме того, в составе экстракта обнаружены дубильные вещества в количестве $237,06 \pm 1,90$ мг/л. Твердая фракция экстрактивных веществ представлена бесформенными агломератами, состоящими из образований размером 200-300 нм (рис. 1), что обеспечивает высокую биодоступность биологически-активных веществ (БАВ) экстракта.

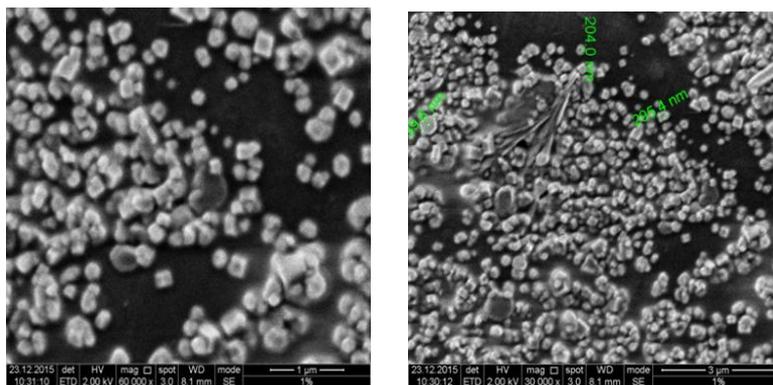


Рис. 1. Микрофотографии исходного экстракта, снятые на микроскопе QuantaFEG 650 (ООО «МНТЦ»)

Несмотря на явные преимущества технологии получения и выраженную биологическую активность, водный экстракт имеет ряд потребительских недостатков: малые сроки хранения в отсутствие консервирующих веществ, горьковатый вкус, высокое содержание воды, обуславливающее трудности в транспортировке и хранении. Нанокapsулы могут выступить удачной препаративной формой, которая обеспечит сохранение полученных веществ в твердой фазе, тем самым позволяя избавиться от горьковатого вкуса, придаваемого дубильными веществами, и других вышеперечисленных проблем [Косолапова и соавт. 2014]. Кроме того, такая препаративная форма позволит обеспечить пролонгированное высвобождение БАВ в организме человека.

Целью данной работы стало исследование возможности нанокapsулирования биологически активных веществ внешней коры *Betula pendula* Roth из состава водного экстракта.

Нанокapsулирование осуществлялось физико-химическим методом, который состоит в переосаждении полимера на поверхности капсулируемого вещества путем замены растворителя [Солодовник 1980]. В роли полимера для получения нанокapsул Эудрагит «Eudragit®L100», основу которого составляет полиметилметакрилат (ПММА). Выход продукта после

проведения нанокапсулирования составил 43,2%. Далее были проведены морфологические исследования полученных нанокапсул (рис. 2).

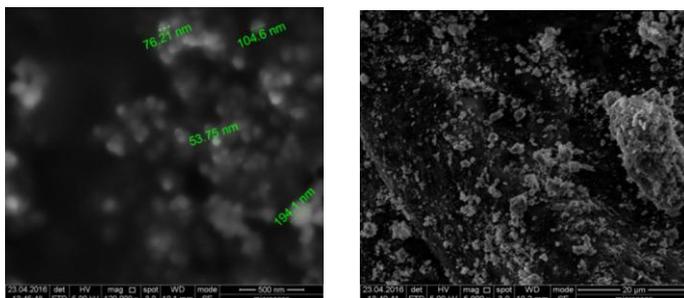


Рис. 2. Микрофотографии нанокапсул, снятые на микроскопе QuantaFEG 650 (ООО «МНТЦ»)

Показано, что капсулы имеют размер 55–300 нм. Они объединены в бесформенные конгломераты. Проводя сопоставление формы и размера частиц сухого экстракта внешней коры березы, указанных на рисунке 1, с формой и размером нанокапсул, указанных на рисунке 2, принимая во внимание тот факт, что размер малорастворимых частиц экстракта будет определять минимальный размер капсулы, можно сделать вывод о том, что капсулы размером менее 100 нм при формировании не включили в свой состав биологически активные вещества.

Структуру выделенных продуктов подтверждали методом инфракрасной спектроскопии. При подготовке к ИК-спектроскопическим исследованиям спектрально чистый бромид калия предварительно прокаливали при $t = 250^{\circ}\text{C}$ в течение 5 часов. Исследуемые образцы измельчали в агатовой ступке и смешивали с бромидом калия. Полученную смесь, содержание образца в которой составляло $= 0,3\%$, прессовали в таблетки толщиной 0,8–1 мм с использованием пресс-формы ПФ13.

Для исследования состава оболочки использовали метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Спектры регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре «ФСМ 1201» посредством усреднения 4 интерфе-

программ и последующего их Фурье-преобразования в абсорбционный спектр в диапазоне 400–4000 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹.

Было показано, что в состав ядра полученных микрокапсул входят тритерпеноиды лупанового ряда, в частности бетулин, а оболочка состоит из полимера Эудрагит «Eudragit®L100». Присутствие в составе капсул дубильных веществ, входящих в состав исходного экстракта, обнаружено не было. Отсутствие дубильных веществ подтверждалось также результатами анализа фильтрата, оставшегося после капсулирования. Содержание дубильных веществ в фильтрате соответствует содержанию таковых в составе исходного водного извлечения.

Библиографический список

Грехнёва Е. В. Микрокапсулирование 4-карбоксиакридона в водорастворимые полимеры / Е. В. Грехнёва, Ю. Д. Маркович, Т. Н. Кудрявцева, С. А. Ефанов, Л.Г. Климова // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, – Курск: КГУ. – 2013. – №3. [Электронный ресурс]. –URL:<http://auditorium.kursksu.ru/pdf/010-003.pdf> (дата обращения: 15.09.2016).

Косолапова Н.И., Кометиани И.Б., Мирошниченко А.А. Состав водного экстракта внешней коры *Betula Pendula Roth* // Auditorium: электронный научный журнал Курского государственного университета. – Курск: КГУ. – 2014. – № 3. [Электронный ресурс]. – URL:<http://auditorium.kursksu.ru/pdf/010-003.pdf> (дата обращения: 15.09.2016).

Косолапова Н.И., Мирошниченко А.А., Кометиани И.Б. Влияние водного экстракта внешней коры *BETULA PENDULA ROTH* на физиологическую активность дрожжей *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*.– Курск: КГУ. – 2014. – С. 3

Солодовник В. Д. Микрокапсулирование. – М.: Химия, 1980. – С. 216.

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ИНДЕНТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НАПИТКА
НА ОСНОВЕ ТОРФА, ДИСПЕРГИРОВАННОГО
ДО НАНОРАЗМЕРОВ**

© 2016 Н.И. Косолапова, И.Н. Плаксина, О.В. Мирошниченко
Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Представлены результаты идентификации и количественного определения биологически активных гуминовых кислот в концентрате напитка функционального назначения на основе торфа, диспергированного до наноразмеров.

Ключевые слова: торф диспергированный, гуминовые вещества, определение подлинности БАВ

В настоящее время активно развивается направление, связанное с разработкой многофункциональных биологически активных препаратов на основе природного сырья. Благодаря сложному составу торф считается перспективным источником биологически активных веществ, в том числе гуминовых, строение и свойства которых обуславливают возможность использования торфа после соответствующей обработки в качестве препарата, сочетающего в себе энтеросорбционные, антиоксидантные, гепатопротекторные свойства.

текторные и др. свойства [Аввакумова 2011]. В настоящее время препараты на основе данных соединений в медицине не используются, что объясняется сложностью их стандартизации. Но на рынке представлены БАДы и напитки функционального назначения, изготовленные из сырья, содержащего гуминовые вещества.

В качестве объекта исследования выступил напиток функционального назначения, разработанный ООО ТПК «КАВИТА», на основе торфа месторождения «Дедово поле» Вологодской области, обводненного, диспергированного методом ультразвуковой кавитационной диспергации при высоком статическом давлении, представляющий собой черно-коричневую пастообразную массу.

Было определено содержание в составе напитка гуминовых кислот, также была проведена их качественная идентификация.

Гуминовые кислоты выделяли из образца традиционным способом водно-щелочной экстракции с последующим их осаждением в кислой среде, согласно рекомендациям, изложенным в «Руководстве по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище». Содержание гуминовых кислот в анализируемом образце в пересчете на сухое вещество составляет $93,00 \pm 0,76\%$. Содержание беззольных гуминовых кислот в анализируемом образце составляет $69,17 \pm 0,88\%$.

Для подтверждения принадлежности выделенных веществ к классу гуминовых кислот были проведены их спектроскопические исследования в видимой, УФ- и ИК- областях спектра

ИК-спектр снимали в таблетках КВг на ИК-Фурье спектрометре «ФСМ 1201» (Россия) в интервале значений частот от 500 до 4000 см^{-1} . Полученный ИК-спектр содержит характеристические полосы, соответствующие функциональным группам, входящим в состав гуминовых кислот.

Для исследования спектров поглощения препаратов гуминовых кислот готовили 0,0007%-ный раствор путем растворения соответствующей

навески в 0,1М растворе гидроксида натрия. Спектр в ультрафиолетовой (УФ) и видимой областях регистрировали на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) в кварцевых кюветах с толщиной слоя 1 см в диапазоне от 200 до 780 нм. Спектр имеет характерный для гуминовых кислот вид.

В ходе анализа полученного спектра были определены коэффициент цветности $E_{465}^{0,0007\%}$ и спектральный коэффициент $E_{465}^{0,0007\%}/E_{650}^{0,0007\%}$, значения которых равны соответственно 0,0312 и 1,90. Полученные значения $E_{465}^{0,0007\%}$ и $E_{465}^{0,0007\%}/E_{650}^{0,0007\%}$ находятся в пределах, характерных для гуминовых кислот [Инишева и соавт. 2008].

По результатам проведенных исследований установлено, что основным компонентом напитка на основе торфа диспергированного являются гуминовые кислоты. Разветвленное нерегулярное строение молекул, различные физико-химические свойства гуминовых кислот, наличие большого количества функциональных групп и их пространственное расположение обуславливают высокую биологическую активность. Согласно исследованиям разных авторов, гуминовые кислоты способны проявлять противовоспалительные, иммуномодулирующие, антиоксидантные свойства, могут выступать в качестве энтеросорбентов, дезинтоксикантов, радиопротекторов, гастропротекторов, гепатопротекторов, регенераторов тканей и адаптогенов [Аввакумова и соавт. 2011]. Из этого следует, что напиток функционального назначения на основе торфа, диспергированного до наноразмеров, может быть использован в качестве источника гуминовых кислот

Библиографический список

Аввакумова, Н. П. Антиоксидантные свойства гуминовых веществ пелоидов // Н. П.Аввакумова, А. Я.Герчиков, В. Р.Хайруллина, А. В. Жда-

нова // – Фолиум: Химико-фармацевтический журнал. 2011. № 3. — С. 50–51

Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище / ГУ НИИ питания РАМН. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. - 2004.—С.170-171

Инишева Л. И., Инишева Л. И., Тухватулин Р. Т., Гостищева М. В. Метод исследования биологической активности гуминовых кислот торфов и сапропелей // Вестник Алтайского государственного университета. 2008. –№ 6 (44)– С. 29–33

ВЫБОР ПОЛИМЕРНОГО НОСИТЕЛЯ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕПАРАТОВ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

© 2016 **Е.А. Денисова, Е.В. Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева**

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследования, направленного на создание препаратов с контролируемой скоростью высвобождения действующего вещества. Показаны наиболее приемлемые состав и способ изготовления подобных композиций

Ключевые слова: *бутиловый эфир 2-хлоракридонуксусной кислоты, пролонгированное действие, газовая хроматография.*

На сегодняшний день в медицине наиболее остро стоит проблема создания лекарственных композиций с регулируемой скоростью высвобо-

ждения действующего вещества, что, безусловно, актуально при лечении психических расстройств, а также в борьбе с алкоголизмом, наркоманией, когда единственно действенным способом оказания медицинской помощи является имплантация препарата, что поддерживает необходимую концентрацию биологически активного вещества и обеспечивает пролонгированное (растянутое во времени) положительное действие на организм, не вызывая привыкания.

Вместе с тем в фармакологии активно используются производные акридонуксусной кислоты (соли, амиды, гидразиды, карбоксиакридоны) – представители класса гетероциклических органических соединений – в качестве противовирусных, противоопухолевых препаратов [Кудрявцева и соавт. 2013]. Таким образом, изучение возможности создания фармакологических субстанций пролонгированного действия на их основе является весьма актуальной задачей [Грехнева Е.В. и соавт. 2015].

Нами была предпринята попытка создания подобных лекарственных форм. Контроль высвобождения хлорпроизводных АУК в модельную среду осуществляли на приборе «Кристалл 2000М» (газ-носитель N₂, детектор электронного захвата, давление газа-носителя 70 кПа, расход газа-носителя 30 мл/мин, температура колонки 180–250 °С) по методу абсолютной градуировки. Для построения градуировочной зависимости 0,01 г бутилового эфира 2-хлорАУК растворяли в минимальном количестве ДМФА и доводили объем раствора до 100 мл этанолом. Полученный раствор концентрацией 0,1 г/л разбавляли для приготовления растворов с меньшей концентрацией, после чего отбирали в виалу по 1 мл каждого приготовленного раствора и проводили хроматографирование в выбранных ранее условиях.

Для создания таблетмасс различного состава использовали методику сухого (при получении лекарственных форм состава бутиловый эфир 2-хлорАУК : ПВП (0,1 г : 0,1 г), бутиловый эфир 2-хлорАУК : КМЦ : энте-

росгель (0,1 г : 0,1 г : 0,02 г), бутиловый эфир 2-хлорАУК : альгинат Na : энтеросгель (0,1 г : 0,1 г : 0,1 г)) и влажного гранулирования (при получении лекарственных форм состава бутиловый эфир 2-хлорАУК : альгинат Na : энтеросгель (0,1 г : 0,1 г : 0,1 г), бутиловый эфир 2-хлорАУК : гуаровая камедь : энтеросгель (0,1 г : 0,1 г : 0,1 г)). Компоненты в заданном соотношении подвергали гранулированию в агатовой ступке с последующими прессованием на пресс-форме (диаметр пуансона 5 мм) и расфасовкой в блистеры. Полученные таблетки помещали в среду для депонирования (1 мл н-октанола) и отбирали пробы (10 мкл разбавляли 1 мл этанола) через определенные промежутки времени.

Первоначально осуществили синтез эфиров 2-хлоракридонуксусной кислоты (бутилового и этилового) по известной методике, после чего, подобрав оптимальные условия хроматографирования эфиров 2-хлоракридонуксусной кислоты, установили градуировочную зависимость (рис. 1).

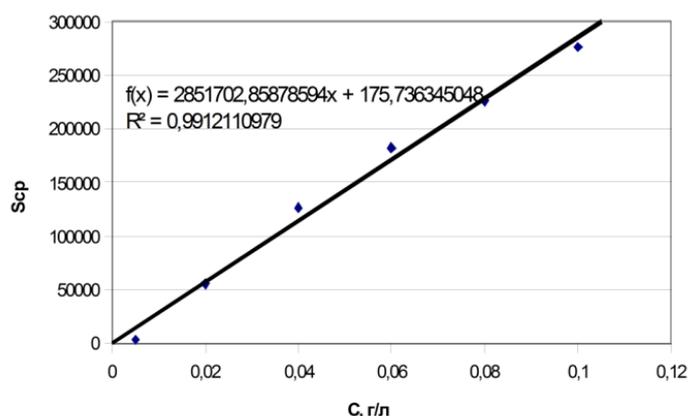


Рис. 1. График зависимости площади пика бутилового эфира 2-хлорАУК от концентрации

При создании таблетформ пролонгированного действия использовали в качестве связующих поливинилпирролидон, альгинат натрия, гуаровую камедь, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы. Дополнительно в состав каждой лекарственной формы вводили эквивалентное количество

«Энтеросгеля», который по химическому строению представляет собой полиметилсилоксан и благодаря своей пространственно сшитой глобулярной пористой структуре способствует замедленному высвобождению препарата из таблетки.

В качестве моделирования липоидной среды был использован н-октанол благодаря его формальному сходству с липидами. Затем с использованием уравнения градуировки были рассчитаны концентрации высвобождающегося в модельную среду бутилового эфира 2-хлорАУК из таблеток, различных по природе и технологии создания (рис. 2 – 4).

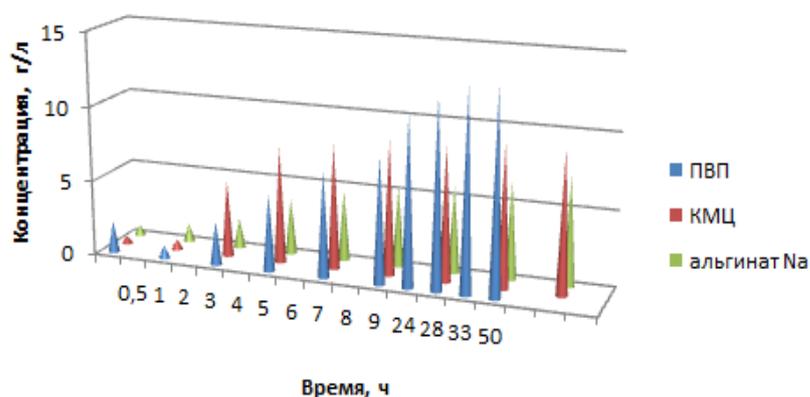


Рис. 2. Сравнение концентрации бутилового эфира 2-хлорАУК, перешедшего в раствор из таблеток, полученных методом сухой грануляции

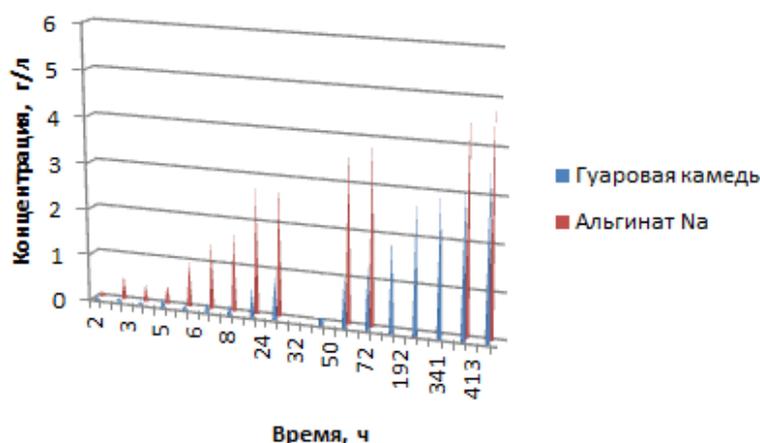


Рис. 3. Сравнение концентрации бутилового эфира 2-хлорАУК, перешедшего в раствор из таблеток, полученных методом влажной грануляции

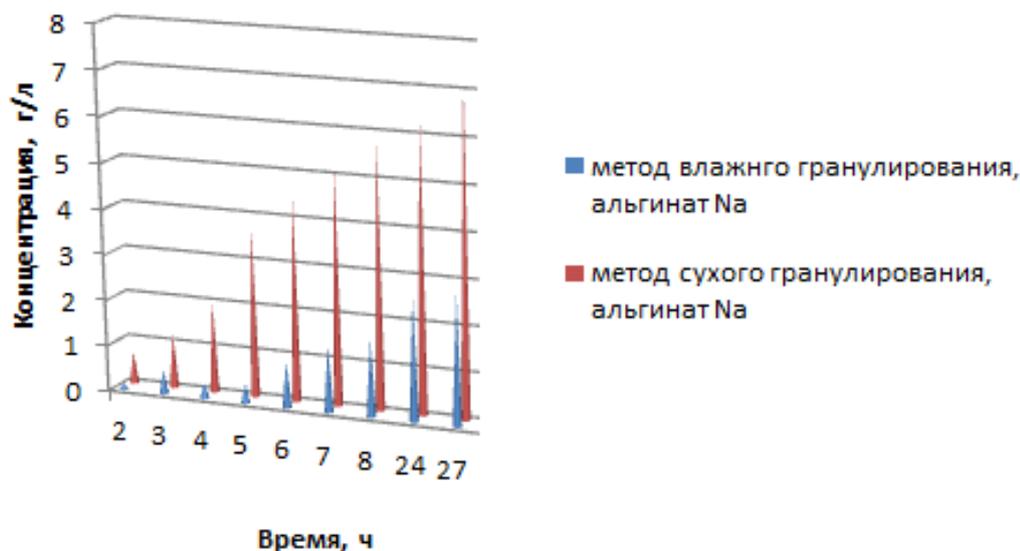


Рис. 4. Сравнение концентрации бутилового эфира 2-хлорАУК, перешедшего в раствор из таблеток, полученных методом сухой и влажной грануляции с использованием в качестве полимерного носителя альгината натрия

Опираясь на полученные результаты, можно заключить, что эффективность полимерной матрицы, входящей в состав таблетированных форм, в отношении пролонгированного высвобождения действующего вещества выше при использовании метода влажного гранулирования и применении в качестве ее составных компонентов гуаровой камеди и альгината натрия.

Библиографический список

Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н., Чаплыгин Д.А. и др. Количественный анализ 4-карбоксиакридона хроматографическими методами // Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования: сб. докл. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию образования кафедры химии КГУ, г. Курск, 22–24 дек. 2015 г. – Курск, 2015. –162 с.

Кудрявцева Т.Н., Богатырев К.В., Сысоев П.И. и др. Синтез и исследование антибактериальной активности некоторых производных фторзамещенных акридонов // Фторные заметки. – 2013. – № 2. – С. 87.

**СИНТЕЗ 2-(2-МЕТИЛ-5-НИТРО-1Н-ИМИДАЗОЛ-1-ИЛ)
ЭТИЛ-6Н-ИНДОЛО[2,3-В]ХИНОКСАЛИН-6-ИЛ)АЦЕТАТОВ
И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ДЕСТРУКЦИЮ
ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ПОЧВЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ**

© 2016 А.В. Густилина, Т.Н. Кудрявцева

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматривается возможность придания антимикробных свойств полимерным материалам на основе ацетицеллюлозы путем их модификации производными 6Н-индоло[2,3-в]хиноксалина. Произведён синтез модифицирующих добавок. В соответствии с прогнозом, подготовленным при помощи веб-сайта PASS Online, синтезированные вещества обладают низкой токсичностью, антибактериальной активностью и способны выступать в качестве хемо- и радиосенсибилизаторов. Установлено, что модифицирующий агент повышает устойчивость ацетицеллюлозных плёнок к действию почвенных бактерий и придает способность флуоресцировать в УФ-свете.

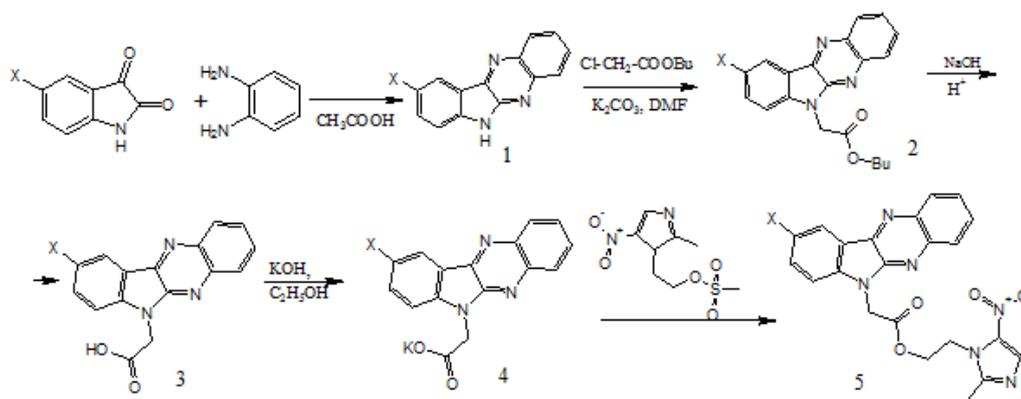
Ключевые слова: *полимерные плёнки, 6Н-индоло[2,3-в]хиноксалин, ацетицеллюлоза, веб-сайт PASS Online, токсичность, биологическая активность, хемо- и радиосенсибилизатор.*

При разработке лекарственных препаратов пролонгированного действия одним из направлений для медицины является иммобилизация биологически активных и лекарственных веществ в полимерной матрице [Валуев и соавт. 2003; Крыницка, Галиханов 2011]. В этом отношении очень перспективным направлением является применение пленочных полимерных материалов, предназначенных, например, для хранения лекарственных препаратов, полимерных покрытий для экранов мобильных телефонов и планшетов и т.д.

Одним из преимуществ полимеров, в отличие от металлов и стекла, является то, что они могут быть избирательно проницаемыми к газам и парам, гибко реагировать на различные внешние воздействия (ударные нагрузки, свет, влагу, тепло и др.), а также способны обеспечивать антисептические условия, увеличивая срок хранения готовой продукции [Сливкин и соавт. 2005]. Это существенно расширяет сферу использования полимерной упаковки и позволяет получать результаты, недостижимые для других упаковочных материалов.

В качестве модифицирующих агентов были выбраны производные 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина, это объясняется их способностью проявлять высокую степень противовирусной активности, а также обладать противоопухолевой, антибактериальной, противогрибковой и анти-ВИЧ активностью [Harmenberg et al. 1991].

С целью исследования возможности придания антимикробных свойств полимерным материалам на основе ацетилцеллюлозы путем их модификации производными 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина был осуществлён синтез сложных эфиров 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин уксусной кислоты по схеме:



где X: 1) F, 2) Cl, 3) Br, 4) NO₂ 5)

Структуру и чистоту полученных соединений подтверждали методами хроматомасс-спектрометрии и ИК-спектроскопии. Также для этих соединений осуществили прогноз биологической активности при помощи программы Pass Online. В соответствии с полученным прогнозом синтезированные нами 9-галогензамещенные-6H-индоло[2,3-b]-хиноксалины и их производные могут обладать низкой токсичностью, антибактериальной активностью и способны выступать в качестве хемо- и радиосенсибилизаторов.

Модельные плёнки получали путём растворения ацетилцеллюлозы в ацетоне с добавлением раствора эфиров 5 а-с в N,N-диметилформамиде. Полученный вязкий раствор отливали в чашки Петри и сушили на воздухе при комнатной температуре, а затем при 80°C до постоянной массы.

Выявлено, что модифицирующий агент, вводимый в пленку, влияет на ее органолептические свойства – в УФ-свете она флуорисцирует жёлто-зелёным цветом.

Далее плёнки подвергали действию почвенных бактерий, исследуя уменьшение массы в ходе эксперимента. Результаты представлены в таблице.

Влияние добавки 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил-9-галоген-6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)ацетата на скорость деструкции ацетилцеллюлозной плёнки почвенными бактериями

Концентрация добавки, % от массы полимера	Уменьшение массы образца плёнки, $\Delta m/m_0 \cdot 100$ (%), в течение		
	5 сут	10 сут	20 сут
Немодифицированная ацетилцеллюлозная плёнка			
0	3,70±0,11	0,20±0,05	0,20±0,05
Ацетилцеллюлозная пленка, модифицированная 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил-9-фтор-6Н-индоло[2,3- <i>b</i>]хиноксалин-6-ил) ацетатом			
1	3,00±0,11	0,91±0,05	0
5%	3,11±0,22	0,21±0,05	0
10%	3,50 ±0,10	0,50±0,08	0
Ацетилцеллюлозная плёнка, модифицированная 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил-9-хлор-6Н-индоло[2,3- <i>b</i>]хиноксалин-6-ил) ацетатом			
1%	3,60±0,23	0,70±0,21	0,20±0,05
5%	3,33±0,27	0,45±0,08	0
10%	3,65±0,25	0,43±0,08	0
Ацетилцеллюлозная плёнка, модифицированная 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил-9-бром-6Н-индоло[2,3- <i>b</i>]хиноксалин-6-ил) ацетатом			
1%	3,40±0,23	0,70±0,21	0,20±0,05
5%	3,32±0,25	0,35±0,05	0
10%	3,455±0,25	0,40±0,07	0

Полученные нами соединения несколько повышают устойчивость полимерной плёнки к действию почвенных бактерий. При этом можно от-

метить, что характер атома галогена в положении 9 незначительно влияет на антимикробную активность используемой нами модифицирующей добавки.

Следует отметить, что для 2-(2-метил-5-нитро-1H-имидазол-1-ил)этил-9-фтор-6H-индоло[2,3-b]хиноксалин-6-ил)ацетата (**5a**), в соответствии с прогнозом, полученным при помощи веб-ресурса PASS Online, вероятно хемосенсибилизирующая активность. Это позволяет предположить, что полученные нами соединения, сами не обладая высокой антибактериальной активностью, могут повышать активность уже известных антибиотиков. Такое свойство становится особенно важным в условиях появления бактериальных штаммов, резистентных к действию известных лекарственных препаратов, и может служить объектом дальнейших исследований.

Библиографический список

Валуев Л.И. Полимерные системы для контролируемого выделения биологически активных соединений / Л.И. Валуев, Т.А. Валуева, И.Л. Валуев, Н.А. Платэ // Успехи биологической химии. – М., 2003. – Т. 43. – С. 307–328.

Крыницкая А.Ю., Галиханов М.Ф. Влияние активного упаковочного материала на развитие микроорганизмов в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. – Казань, 2011. – № 1. – С. 27–29.

Сливкин А.И. Аминоглюканаты в качестве биологически активных лекарственных средств. / А.И. Сливкин, В.Л. Лапенко, А.П. Арзамасцев, А.А. Болгов // Вестник ВГУ.– Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. №2. – С. 73–87, 138.

Harmenberg J. The mechanism of action of the anti-herpes virus compound 2,3-dimethyl-6(2-dimethylaminoethyl)-6H-indolo-(2,3-b)quinoxaline. / J.

Harmenberg; A. Akesson-Johansson; A. Gräslund; T. Malmfors; J. Bergman; B. Wahren; S. Akerfeldt; L. Lundblad; S. Cox // *Antiviral Res.* – 1991. – 15. –Р. 193–204.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ НАНОРАЗМЕРНОГО ZrO₂ ИЗ АЗОТНОКИСЛОГО ЦИРКОНИЛА

© 2016 Е.М. Кушнарева, Ю.О. Веляев

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются возможности ходе получения диоксида циркония с помощью золь-гель процесса. А также представлены перспективы его применения в различных областях науки и техники.

Ключевые слова: *диоксид циркония, нанодисперсный порошок, золь-гель метод.*

Диоксид циркония находит широкое применение в различных областях науки и техники [Жуков 2013]. Наноразмерный порошок оксида циркония является хорошо известным материалом для использования в качестве носителя катализатора или катализатора в различных процессах. ZrO₂ может использоваться в производстве стекол, волокон, композитов, мембран, керамик, термостойких и оптических покрытий [Есипович 2011; Жуков 2013]. Так же известно его применение в органическом синтезе: например, после сульфатирования диоксида циркония он проявляет исключительно сильную кислотность и способность к изомеризации нормального бутана в изобутан даже при комнатной температуре. Таким образом, ак-

туальной задачей является получение наноразмерного диоксида циркония на основе доступных солей циркония [Смоликов 2014; Sohn et al. 2004].

Среди химических методов, позволяющих синтезировать нанодисперсный порошок диоксида циркония, наиболее эффективным является золь-гель технология [Жуков 2013;]. Предложенный золь-гель метод относится к химическим методам получения наночастиц оксидов и сульфатов. В основе синтеза лежит процесс гидролитической поликонденсации, в результате которого образование геля (дисперсной системы) идет через стадию золя (коллоидного раствора наночастиц) [Смоликов Д. М., Sohn].

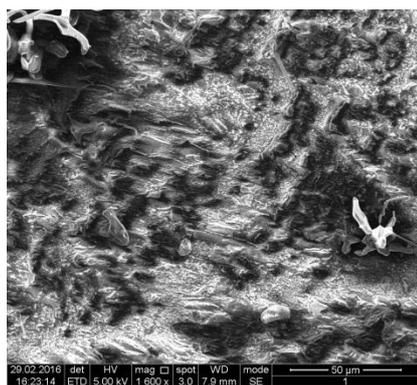
Для достижения поставленной задачи использовались нагретые до 80⁰С растворы азоткислого цирконила концентрацией 0,025 моль/л и мочевины с концентрацией 4 моль/л, которые в дальнейшем смешивались и нагревались на водяной бане в течение 40 мин при 70⁰С. Затем раствор охлаждался до комнатной температуры 1 час до легкой опалесценции. В результате этого образовался осадок, который далее центрифугировался в течение 5 минут. После этого получали на дне гель, который затем наносился на алюминиевые подложки и высушивался в течение 1 часа при различной температуре 120⁰С, 230⁰С, 250⁰С, 300⁰С и 350⁰С. Исследования полученных образцов наноразмерного диоксида циркония проводили с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 650 FEG на базе ООО «МНТЦ», г. Курск. Данные электронной микроскопии представлены на рисунке 1.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что размеры агломератов, полученные золь-гель методом, незначительно отличаются друг от друга (50-200 нм). Это свидетельствует о том, что температура прокаливанию полученного геля не влияет на размер формирующихся наночастиц.

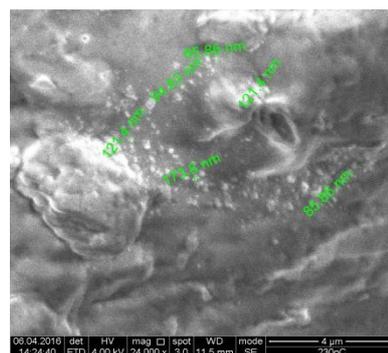
Проверить поведение образцов диоксида циркония в условиях повышенной температуры было необходимо, поскольку при сушке 120⁰С с

помощью рентгеноэлементного анализа были обнаружены следы неразложившейся мочевины, о чём свидетельствует рисунок 2а. Хорошо видны следы азота и высокое содержание углерода, что характерно для функциональных групп мочевины. Это означает, что температура сушки 120⁰С является недостаточной для удаления мочевины с поверхности полученного порошка диоксида циркония. Небольшое появление алюминия в пробе объясняется тем, что образец сушился на алюминиевой подложке и на ней же и проводилось его изучение в вакуумной камере электронного микроскопа. Рентгеновские лучи, видимо, проходили исследуемый агломерат диоксида циркония и немного захватывали материал подложки.

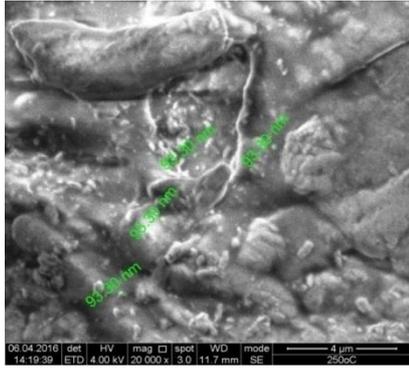
На рисунке 2б приведены результаты рентгеновского микроанализа того же образца, но прокалённого при 230⁰С. Из представленных данных видно полное отсутствие азота и углерода в изучаемой точке образца, что говорит о полном удалении мочевины с поверхности ZrO₂. Таким образом, для получения наноразмерного ZrO₂ из азотнокислого цирконила по предложенной методике достаточной для полного удаления следов мочевины является температура сушки 230⁰С.



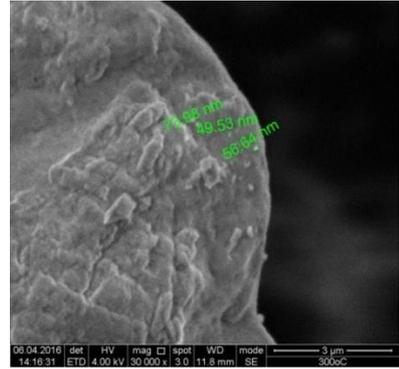
а)



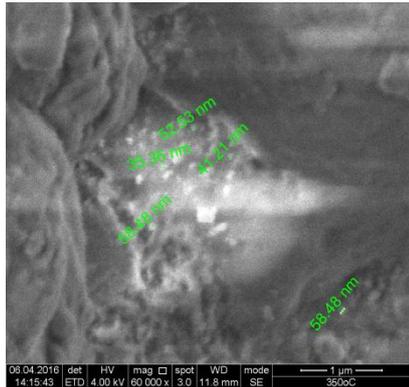
б)



В)



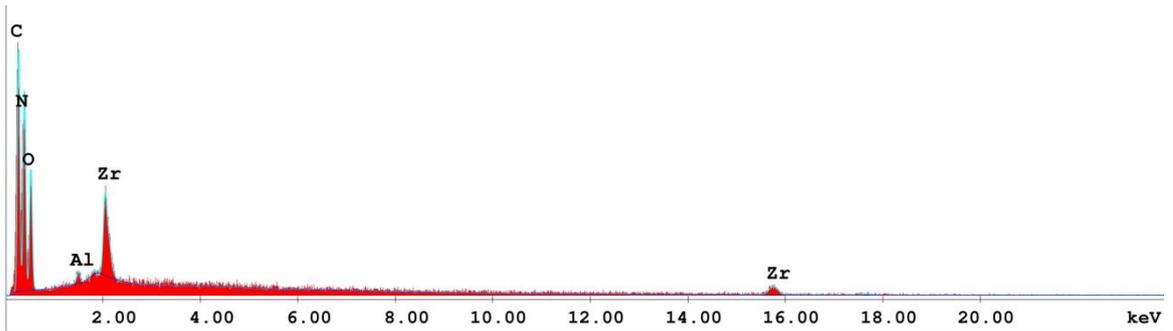
Г)



Д)

Рис. 1. Микрофотография образца полученного диоксида циркония при температуре прокаливания, °С: а – 120; б – 230; в – 250; г – 300; д – 350

а)



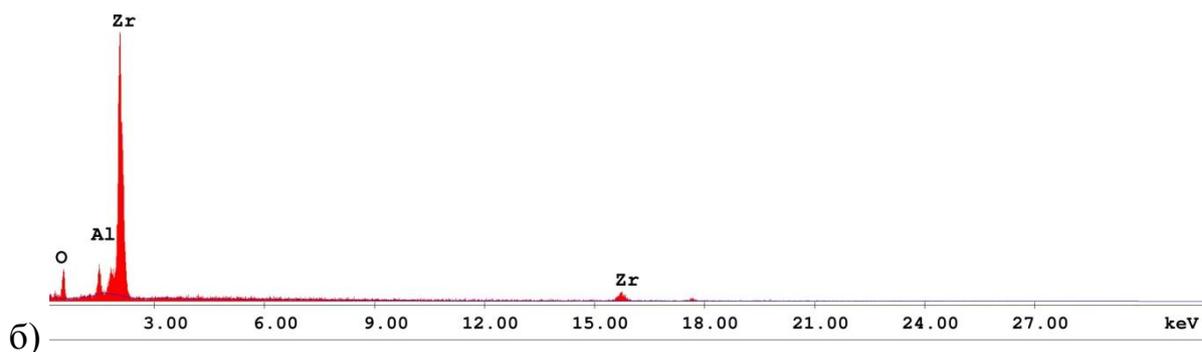


Рис. 2. Рентгеноэлементный анализ диоксида циркония, полученного при температуре прокаливания, °С: а – 120; б – 230

В ходе данной работы нами были получены образцы диоксида циркония с помощью золь-гель процесса. Установлено, что после сушки они представляют собой бесформенные агломераты, состоящие из сферических частиц диаметром от 50 до 200 нм, при этом оптимальной температурой сушки является 230⁰С, так как в таких условиях удаляются следы мочевины, используемой в процессе получения диоксида циркония. Одна из полиморфных модификаций диоксида циркония проявляет каталитическую активность в некоторых органических реакциях, например при получении бутадиена, нитровании бензола и толуола, изомеризации бензиновых фракций, поэтому полученный нами ZrO₂ планируется использовать, как одно из составляющих катализатора в соответствующих процессах органического синтеза.

Библиографический список

Есипович А. Л. Разработка технологии бессернокислотного нитрования бензола и толуола в совмещенном реакционно- ректификационном режиме: автореф. дис... д-ра тех. наук. – М., 2011.

Жуков А. В. Получение нанопорошков диоксида циркония // Успехи в химии и химической технологии. – 2013. – № 6. – С. 33–37.

Мишихина Е. А., Христич Э. А., Проскуракова Е. В. Синтез наночастиц $Y(OH)CO_3$ и Y_2O_3 при использовании жидких межфазных границ и дальнейшая модификация их поверхности палладием // Химия и технология неорганических материалов. – 2011. – № 6. – С. 93–97.

Смоликов Д. М. Катализаторы изомеризации бензиновых фракций на основе сульфатированного диоксида циркония, нанесенного на $\gamma-Al_2O_3$ // Катализ в промышленности. – 2014. – № 5. – С 44–48.

Sohn, S. Synthesis and characterization of near-monodisperse yttria particles by homogeneous precipitation method / S. Sohn, Y. Kwon, Y. Kim, D. Kim // J. Powder Technology – 2004. – V.142. – P. 136–153.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БЕЛОК, СЕРЕБРО И ПАВ

© 2016 Е.Н. Розанова, А.А. Еськова, И.Б. Кометиани

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследования в плане формирования поверхностей из составов на основе дисперсий, содержащих белок, серебро и поверхностно-активные вещества. Выявлена степень влияния поверхностно-активных веществ, природы подложки и поливинилового спирта

Ключевые слова: *формирование поверхностей, белковые дисперсии, серебро, поверхностно-активные вещества, ультразвуковая обработка.*

В мировой практике относительно небольшая доля кератинсодержащих отходов мясной промышленности перерабатывается традиционными технологиями, остальная масса уничтожается, что наносит вред окружающей среды.

Производство полимерных материалов на основе фибриллярного белкового компонента типа β -кератина с применением антисептических средств расширяет сферу использования вторичного сырья. Поэтому направление по реализации кератиновых дисперсий в виде серебросодержащих полимерных продуктов в настоящее время является актуальным [Вольф 1980]

Для проведения эксперимента в качестве основного компонента было выбрано пухо-перовое сырьё, содержащее белок кератин. При получении кератинового гидролизата использовали термическое, ультразвуковое и химическое воздействие.

Разрыв дисульфидных связей является принципиально важной реакцией деструкции кератина, так как аминокислота цистеин в его структуре составляет ~10 %. В роли деструктирующего агента был выбран сульфит натрия, сохраняющий целостность вторичной структуры белка [Patent US 7148327 B].

Для инициации деструкции был использован аммиачный комплекс серебра. Учитывая все физико-химические факторы, влияющие на деструкцию кератина, можно предположить образование частиц металлического серебра, которые после восстановления закрепляются внутри структуры белка в виде наночастиц.

При исследовании влияния природы ПАВ на процесс деструкции пера были выбраны анионактивные (Glydol №1003, Сульфолон ABC, Техарон №70, додецилсульфат натрия, Афилан ТХЕ), катионактивное (Катамин АБ,) и неионогенные (Plantacar, ОС-20) ПАВ.

Для выявления зависимости степени окислительной деструкции пу-

хо-перового сырья и выхода кератина от соотношения компонентов были опробованы рецептуры под действием сульфита натрия в присутствии ПАВ и ионов Ag^+ . Установлено, что в присутствии ПАВ выход растворимого белка и сульфопроизводных кератина по сравнению с составом без добавления ПАВ возрастает.

Наибольший выход растворимой части кератина пера с использованием деструктурирующих агентов был зафиксирован при использовании анионных ПАВ Glydol №1003 и Техарон №70 и Додецилсульфата натрия, Техарон №70 и катионактивного ПАВ Катамин АБ.

Относительно сульфопроизводных кератина пера в белковом гидролизате наибольший выход был зафиксирован в составах с добавлением анионных ПАВ: додецилсульфата натрия, Сульфанола АВС, Техарон №70, Афилана ТХЕ.

При расшифровке полученных ИК–спектров комплексов кератина с ионами серебра и ПАВ наблюдались незначительные различия между составами с катионными, анионными и неионогенными ПАВ.

При анализе антисептических свойств серебрясодержащих продуктов кератиновых дисперсий нами были проведены микробиологические исследования фунгицидных и бактерицидных свойств. Для выявления ингибирующего действия образцов в качестве тест-организмов использовали плесневые грибы вида *Aspergillus restrictus* на питательной среде Чапека и микроорганизмы воздушной среды с использованием среды на основе агар-агара.

Способность к формированию поверхностей из серебрясодержащих белковых дисперсий определялась с помощью электронной микроскопии (на металлической подложке), по сорбции волокнистыми полимерными материалами, по качеству пленок в смеси с другими растворимыми в воде пленкообразующими полимерами (например, поливиниловый спирт) [*Patent US 2005065301 A*].

Изучение поверхностей из серебросодержащих белковых дисперсий с помощью электронной микроскопии показало, что для серебросодержащих кератиновых комплексов размер частиц больше, чем рекомендуемый при использовании закона Рэля. Морфология частиц представлена отличным от сферы статистическим клубком. Поэтому при расчётах использовали уравнения Геллера.

По результатам расчета частиц кератина с серебром турбидиметрическим методом были определены массы частиц комплексов перьевого кератина с серебром в присутствии ПАВ. Анализируя данные, можно предположить, что в исследуемых растворах находятся частицы, параметры которых характерны для больших белковых комплексов, то есть диаметр сферы ~ 100 нм, а молекулярная масса $\sim 10^7 \div 10^{12}$, что входит в диапазон проявления лучшей антисептической активности серебра [Розанова и соавт.].

При изучении сорбционной способности серебросодержащих гидролизатов кератина были использованы материалы на основе шерсти (шерсть 44%, лён 30%, ПАН 26 %), хлопчатобумажной ткани (целлюлоза 100%) и нетканого материала (вискоза 18 %, хлопковое волокно+ целлюлоза 82%). Степень сорбции компонентов аппретов исследуемыми материалами оценивалась по процентному содержанию привеса высушенных образцов после пропитки относительно исходного образца волокнистого материала.

По результатам исследований наилучшая сорбционная способность серебросодержащих гидролизатов кератина оказалась у составов с использованием анионных ПАВ: додецилсульфат натрия, Glydol №1003, Сульфатнол ABC Техарон №70 Афилян ТХЕ. Различия в сорбционной способности гидролизатов кератина обосновываются структурой используемого ПАВ, а именно наличие подвижного катиона натрия в структуре анионных ПАВ улучшает сорбционную способность гидролизата.

Анализ плёночных структур кератиновых дисперсий в смеси с поливиниловым спиртом показал, что полученные плёнки обладают относительной целостностью, однородностью толщины и цвета, кроме того, добавление ПВС способствует гибкости и эластичности пленочного продукта.

В результате проведенного исследования нами выбран оптимальный метод частичной деструкции нерастворимого кератина пера с сохранением его структуры и химической функциональности во время процесса растворения. Отработана последовательность ввода реагентов и операций с достижением приемлемого выхода растворимой формы кератина. Изучена морфологическая характеристика комплекса кератина с ионами серебра, влияющая на антисептическую активность гидролизатов. Получены образцы серебросодержащих полимер - белковых продуктов с формированием поверхностей из составов на основе серебросодержащих белковых дисперсий.

Библиографический список

Патент № 2445951 Российская Федерация. Способ получения концентратов нанодисперсий нульвалентных металлов с антисептическими свойствами / К.К.Кошелев, О. К. Кошелева, М.Г.Свистунов, В. П.Паутов; заявитель и патентообладатель К.К.Кошелев, О. К. Кошелева, М.Г. Свистунов, В. П.Паутов – № 6957492/55-14; Заявл. 24.08.10; Оpubл. 27.03.12. Бюл. № 6. – 24 с.

Патент № 2642280 Российская Федерация. Способ получения пленок с наноструктурированным серебром / П. М.Пахомов, О. А. Баранова – № 7569524/27-12; Заявл. 08.12.05; Оpubл. 23.04.07. Бюл. № 6. – 12 с.

Патент № 2402655 Российская Федерация. Способ получения антимикробного серебросодержащего волокна на основе природного полимера / Е. С. Сашина, О. И. Дубкова, Н. П. Новоселов; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский гос. универс.технологии и дизайна. – № 2402655. Заявл. 26.01.09. Оpubл. 27.10.10. Бюл. № 5. – 7 с.

Патент № 2486301 Российская Федерация. Способ обработки волокнистых материалов для придания антимикробных и фунгицидных свойств / В.Д. Баранов, В.Ю. Мишаков, О.Н. Баранова, Л. И. Золина; заявитель и патентообладатель ЗАО «Центр новых технологий и бизнеса». – № 8924697/41-25; Заявл.17.08.11; Оpubл. 27.06.13. Бюл. № 2. – 12 с.

Вольф Л.А. Волокна с особыми свойствами. – М.: Химия, 1980. – С. 142–190.

Patent US 7148327 B. Production of soluble keratin derivaties / Inventors: Robert James Kelly.– № US 7148327. – В2. 12.12.06. – 27 P.

Patent US 2005065301 A. Polymer composites containing keratin [Text]/ Inventors: Robert James Kelly. – № US 2005065301 21.2. 2005. – 26 P.

Розанова Е.Н., Кометиани И.Б. Еськова А.А. ,Лопухина О.Н., Соболева Е.С. Использование турбидиметрического метода для определения размеров молекул белка и комплексов меди с кератином, полученных де-струкцией пера составами на основе сульфита натрия [Электронный ресурс] // Электронный научный журнал Курского государственного университета. –2014. – № 4. Режим доступа свободный –URL: <http://scientific-notes.ru>. (дата обращения: 15.09.2016).

**ПРИРОДА ФИБРИЛЛЯРНОГО БЕЛКА КАК
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР В ПОИСКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ
УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСИЙ И РАСТВОРОВ
НА ЕГО ОСНОВЕ**

© 2016 Е.Н. Розанова, О.Н. Лопухина, И.Б. Кометиани

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследования в плане получения дисперсий и растворов фибриллярного белка из различного сырья животного происхождения. Выявлена степень влияния химических деструктирующих агентов – сульфида натрия и поверхностно-активных веществ, а также физического воздействия – температуры, ультразвуковой обработки на процесс

Ключевые слова: *фибриллярный белок, сульфид натрия, поверхностно-активные вещества, ультразвуковая обработка, белковые дисперсии.*

В настоящее время известно большое количество запатентованных способов получения белков из природного сырья [Патент 2206231]. В основном они предполагают изменение условий обработки на каждой стадии, но не исключают использования химических реагентов. Каждый способ имеет свои недостатки и преимущества. В связи с этим технологические исследования, направленные на использование щадящих методов воздействия на нативное сырье химических веществ с применением различных физических и химических воздействий для оптимизации технологий получения полупродуктов широкого назначения, являются актуальной задачей.

Кератин и коллаген – фибриллярные белки, аминокислотный состав которых зависит от происхождения сырья. В качестве объектов исследования использовались: гусиное перо, кроличья шерсть, свиная шкура и кроличья шкура с остатками волосяного покрова.

Методы извлечения белков весьма разнообразны, но все они базируются на ряде общих факторов: для того чтобы получить растворимую форму, следует применять воздействия, вызывающие процесс денатурации.

Нами был выбран способ восстановительной деструкции дисульфидных связей в структуре кератина. Предлагаемый метод получения растворимой или пластичной модификации основан на взаимодействии кератина с восстанавливающим агентом – сульфидом натрия. В результате такой обработки дисульфидные связи в структуре цистиновых групп разрываются с последующим присоединением по месту освободившихся валентностей натрия, выходом в качестве побочного продукта дисульфида натрия и образованием растворимой модификации кератина – кератеината натрия.

В условиях эксперимента был приготовлен ряд образцов, отличающихся соотношением пухо-перового сырья (ППС) к Na_2S . Для интенсификации процесса в среду были введены различные поверхностно-активные вещества: анион- и катионактивные, а также неионогенные. Полученные образцы имели различное содержание в них растворимой формы кератина. В результате выявлены оптимальные соотношения сульфида натрия к пухо-перовому сырью, установлено, что использование анионактивных ПАВ так же существенно увеличивает степень деструкции [Розанова и соавт. 2014].

Анализ ранее полученных данных по выходу высокомолекулярного белка показал, что вначале с понижением концентрации сульфида возрастает выход высокомолекулярного белка, но в последующих образцах вы-

ход снижается. Добавление ПАВ в реакционную систему также способствует увеличению выхода белка, наибольшее влияние оказывает присутствие анионных ПАВ. Ультразвуковая обработка позволяет получить больший выход белка при снижении соотношения сульфида натрия к ППС.

Также нами была исследована возможность получения растворимой формы кератина под действием сульфида натрия из шерсти кролика.

В условиях эксперимента снижение содержания сульфида натрия при обработке шерсти кролика привело к меньшему выходу растворимой формы кератина.

Ранее в совместных исследованиях с Севиндж Искендеровой было установлено влияние концентрации сульфида натрия и ультразвукового воздействия на выход коллагена. Было выявлено, что ультразвуковое воздействие существенно увеличивает выход готового продукта и для достижения наибольшего выхода белка из свиной шкуры не рекомендуется использовать соотношения $m_{\text{сыр.шк.}}/m_{\text{сульфида натрия}}$ меньше 62,5, но, в то же время, использование низких концентраций увеличивает временные и энергетические затраты на озвучивание реакционных смесей [Розанова и соавт.2015].

Проведение аналогичных экспериментов с использованием кроличьей шкуры, являющейся источником как кератина, так и коллагена, подтверждает данные, полученные в предыдущих исследованиях. В эксперименте варьировалась как концентрация сульфида, так и интенсивность физического воздействия.

Проанализировав результаты, можно сделать выводы:

– воздействие ультразвука и термообработка существенно увеличивает выход растворимой формы, в сравнении с пробой, не подвергшейся физическому воздействию;

– с уменьшением мощности воздействия уменьшается и выход белка;

– увеличение концентрации сульфида приводит к более глубокой деструкции.

Проведен сравнительный анализ влияния концентрации сульфида натрия и применения ультразвуковой обработки на выход готового продукта, в результате чего экспериментально подобраны оптимальные условия для деструкции природных белков с максимально возможной степенью сохранения ее нативной структуры [Розанова и соавт. 2016].

Библиографический список

Патент 2206231 Российской Федерации. МПК7 А 23 К 1/10, А 23 11/10. Способ получения белкового гидролизата из кератинсодержащего сырья / Куцакова В. Е., Фролов С. В., Белова А. В., Поляков К. Ю., Леваков В. В. СПбГУНиПТ № 2001119876/13, заявл. 17.07.2001; опубл. 20.06.2003, Бюл. №17 // Изобретения. Полезные модели – 2003. – 21 с.

Патент 2113225 Российской Федерации. Способ получения молекулярно – растворимого кератина «кератана» / заявители и патентообладатели: Хачиянц Владимир Иванович; заявл. 09.08.1995; опубл. 20.06.2001 // Изобретения. Полезные модели – 2001. – 24 с.

Патент Берлин А.А. Способ получения растворимой или пластичной модификации кератина / заявл. 7.06.55; опубл. 10.05.1956. – Министерство промышленности мясных и молочных продуктов СССР –1956. – 8 с.

Патент 2126434 Российской Федерации. Способ получения желатина из коллагенсодержащего сырья / заявители и патентообладатели: Матс Лилья, Матс Ларссон; дата подачи заявки 31.01.1994, опубл. 20.02.1999.–10 с.

Patent US 7148327 B2. Production of soluble keratin derivatives / Inventors: Robert James Kelly, Gillian Helen Worth, Alisa Dawn Roddick-Lanzilotta. Keratec Limited. 12.12. 2006

Розанова Е.Н. Влияние сульфида натрия в присутствии ПАВ на нативную структуру перьевого кератина / Е.Н. Розанова, И.Б. Кометиани, А.А. Еськова, О.Н. Лопухина, Е.С. Соболева // Аудиториум. – Курск: КГУ. – 2015. – №2(06). – Курск: КГУ. – 2014. – № 3. [Электронный ресурс]. – URL:<http://auditorium.kursksu.ru/pdf/010-003.pdf> (дата обращения: 15.09.2016).

Розанова Е.Н. Влияние сульфида натрия на нативную структуру коллагена в условиях ультразвуковой обработки / Е.Н. Розанова, И.Б. Кометиани, О.Н. Лопухина, Искендерова С.Р. //Международный научно-исследовательский журнал International research journal ISSN 2303-9868 ONLINE – Екатеринбург — 2015. — № 7 (38) –[Электронный ресурс]. – URL: <http://auditorium.kursksu.ru/pdf/006-003.pdf>(дата обращения: 15.09.2016).

Розанова Е.Н. Особенности формирования структуры поверхностей из кератинсодержащих дисперсий и растворов / Е.Н. Розанова, И.Б. Кометиани, А.А. Еськова, О.Н. Лопухина, Е.С. Соболева // Аудиториум. – Курск – 2016. –№1(09). –[Электронный ресурс]. –URL: <http://auditorium.kursksu.ru/pdf/006-003.pdf>(дата обращения: 15.09.2016).

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ БЕЛКА И ЭФИРА МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

© 2016 Е.Н. Розанова, Е.С. Соболева, И.Б. Кометиани

Курский государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты физической интенсификации процесса получения привитых сополимеров белка и эфира метакриловой кислоты. Выявлена степень влияния ультразвукового воздействия на продолжительность процесса и выход конечного продукта

Ключевые слова: *привитые сополимеры белка-эфира метакриловой кислоты, поверхностно-активные вещества, ультразвуковое воздействие.*

В настоящее время актуальной проблемой является переработка вторичного полимерного сырья в связи с накапливающейся массой отходов, а следовательно, актуальным является направление по поиску способов получения из полимерных отходов материалов, которые по истечении срока службы способны разлагаться.

Для оценки возможности интенсификации процесса при получении привитых сополимеров на основе белка нами были выбраны отходы птицеводства – пухо-перовое сырье и отходы оргстекла.

В доступных источниках информации в качестве реагентов для модификации белков, в том числе и кератина, предлагается использовать мономеры винилового ряда [Торопцева и соавт. 1972].

С целью синтеза привитого сополимера необходимо было перевести белок – кератин пухо-перового сырья в доступную для модификации

растворимую форму с получением белкового гидролизата. За основу нами был выбран способ окислительной деструкции дисульфидных связей в структуре кератина под действием сульфита натрия в присутствии медно-аммиачного комплекса согласно патенту Р. Дж. Келли [*Patent US 7148327*]. Для интенсификации (уменьшения длительности) процесса применяли сонохимическую активацию и поверхностно-активные вещества.

Способ включал в себя два этапа:

- 1) применение окислительного сульфатолиза;
- 2) извлечение растворимого белка в мягких условиях.

При использовании пухо-перовых отходов в качестве источника белка этот процесс приводит к образованию растворимых продуктов кератина, относящихся к классам S-сульфированных белков.

Для получения S-сульфопроизводных кератина использовали медноаммиачный комплекс. Под действием этого комплекса в результате реакции окисления все цистеиновые группы полимерного субстрата превращаются в S-сульфоцистеиновые.

В условиях эксперимента наибольшее извлечение белка было достигнуто с применением поверхностно-активных веществ. Максимальные выходы растворимого белка фиксировались с применением анионактивных ПАВ (афилана – 91%, сульфанола – 90%, додецилсульфата натрия – 85%).

Размер частиц в белковых гидролизатах определяли турбидиметрическим методом. Для дисперсий, полученных при использовании в качестве деструктирующего агента сульфита натрия с медно-аммиачным комплексом, разброс значений размеров частиц составлял от 104,50 нм до 631,17 нм. Если сопоставить эти величины с размерами частиц на электронных снимках, то можно говорить о том, что исходная структура пера разрушена, потому что исходное волокно пера имеет однородный макроскопический диаметр приблизительно 5 мкм.

Белок перьевого кератина, полученный по сульфитному методу, образует хрупкие пленки. Для повышения пластичности таких плёнок используют химическую модификацию мономерами винилового ряда. Нами была проведена модификация кератина пера продуктом переработки отходов оргстекла (эфиром метакриловой кислоты).

Процесс проводился свободно-радикальной полимеризацией в коллоидной системе, в качестве инициатора использовали персульфат калия. Эфир метакриловой кислоты был взят в количестве, превышающем массу белка в два раза.

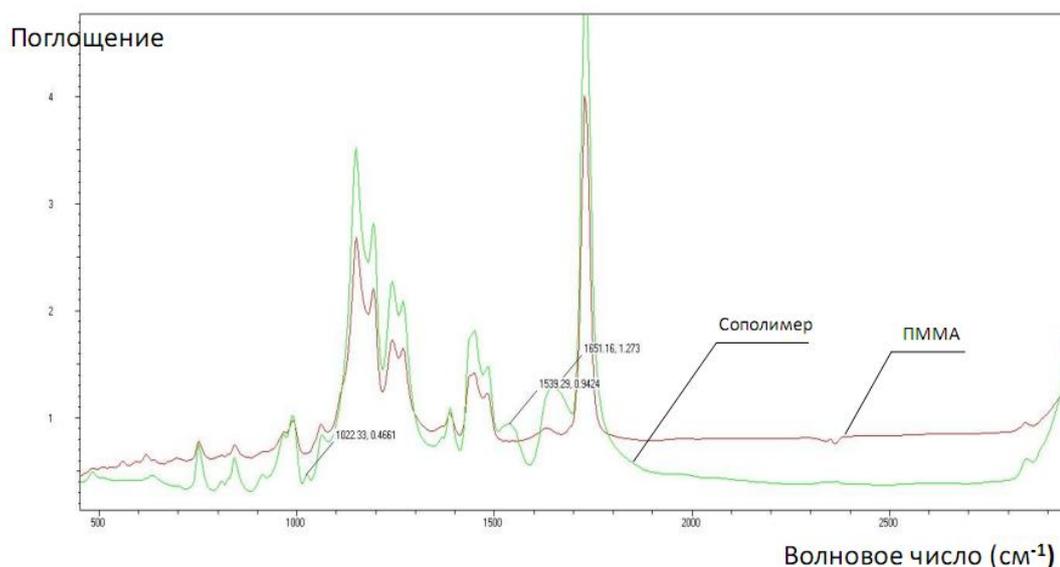
Прививку эфира метакриловой кислоты проводили двумя способами:

- 1) в условиях нагрева и перемешивания на магнитной мешалке;
- 2) в условиях ультразвуковой обработки.

В условиях эксперимента было показано, что способ с применением ультразвуковой обработки даёт больший выход по сравнению со способом без ультразвуковой обработки, проводимый в условиях нагрева и перемешивания на магнитной мешалке. Также способ с интенсификацией процесса воздействием ультразвука характеризуется меньшим временем проведения процесса получения привитого сополимера.

Для выявления изменений в структуре перьевого кератина под действием деструктирующих агентов в условиях сонохимической активации и в присутствии ПАВ, а также для оценки возможности получения привитых сополимеров белка и эфира метакриловой кислоты были сняты ИК-спектры полученных продуктов. [Barone 2004]

На рисунке приводятся спектры полиметилметакрилата и продукта прививки метилметакрилата на белок – кератин пера.



ИК – спектры ПММА и сополимера ММА и деструктированного пера

В спектре привитого сополимера и ММА появляются новые полосы поглощения, соответствующие растяжению связи C=O и деформационным колебаниям связи N-H, характерным для белка. Это позволяет предположить факт образования сополимера деструктированного белка перьевого кератина и ММА.

В доступных источниках информации предлагается использовать модифицированный мономерами винилового ряда кератин для изготовления пленок различного назначения [Narendra Reddy et al. 2011].

Полученный полимерный материал необходимо перерабатывать в изделия из раствора или расплава. С этой целью отдельные образцы были проверены на растворимость. Полное растворение наблюдалось с применением диметилсульфоксида и тетрагидрофурана. Практически полная нерастворимость сополимеров в воде и ацетоне служит косвенным доказательством того, что полученные вещества не являются белками или полиметилметакрилат. Температуры плавления полученных привитых сополимеров варьируются от 240 °С до 260 °С, что свидетельствует о возможности формования изделий из расплава данных полимерных материалов. Из

полученных полимерных материалов были сформованы плёнки из раствора с добавлением пластификаторов ПЭГ 400, ПЭГ 6000.

Таким образом, в условиях эксперимента было установлено, что интенсификация процесса получения привитых сополимеров белка и эфира метакриловой кислоты позволяет получить полимерный материал, способный к образованию пленок из раствора, с сокращением длительности процесса и увеличением выхода конечного продукта.

Библиографический список

Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Л.: Химия, 1972. – 416 с.

Patent US7767756 B2. Composite materials containing keratin/ inventors: Robert James Kelly, Mohammad Azam Ali, Alisa Dawn Roddick-Lanzilotta, Gillian Worth, Mohammad Mahbul Hassan, John Robert McLaughlin, Alan John McKinnon. Keraplast Technologies, Ltd. 03.08.2010

Narendra Reddy Thermoplastic films from cyanoethylated chicken feathers / Reddy Narendra, Hu Chunyan, Yan Kelu, Yang Yiqi [Text] // Materials Science and Engineering – 2011. – № 31. – P. 1706–1710.

Patent US 7148327 B2. Production of soluble keratin derivatives./ Inventors: Robert James Kelly, Gillian Helen Worth, Alisa Dawn Roddick-Lanzilotta. Keratec Limited. 12.12. 2006

Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье–спектры комбинационного рассеяния и инфракрасного поглощения полимеров: справочник / А.Х. Купцов, Г.Н. Жижин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, – 2001. – С. 98–152.

Barone J. R. Chicken feathers are being transformed into films, composites, plastics, and roofing material / J. R. Barone [Text] // Chemical & Engineering News – 2004. – № 36. – 125 p.

Narendra Reddy, Chunyan Hu, Kelu Yan, Yiqi Yang. Graft Polymerization of Native Chicken Feathers for Thermoplastic Applications / Reddy Narendra, Hu Chunyan, Yan Kelu, Yang Yiqi // Agricultural and food chemistry, China – 2011. – P. 1729 – 1738.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРАЗИДОВ ГЕТАРИЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ С ФЕНАЦИЛБРОМИДОМ

© 2016 П.И. Сысоев, Т.И. Рязанцева, А.В. Сычев, А.С. Зуев

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

В статье рассматриваются возможности синтеза и изучения новых производных гидразидов гетарилкарбонновых кислот, которые в связи с их широким спектром биологической активности способны проявлять противоконвульсионную, противомикробную и противотуберкулезную активность.

***Ключевые слова:** производные гидразидов гетарилкарбонновых кислот, 6H-индоло[2,3-b]хиноксалин, биологическая активность.*

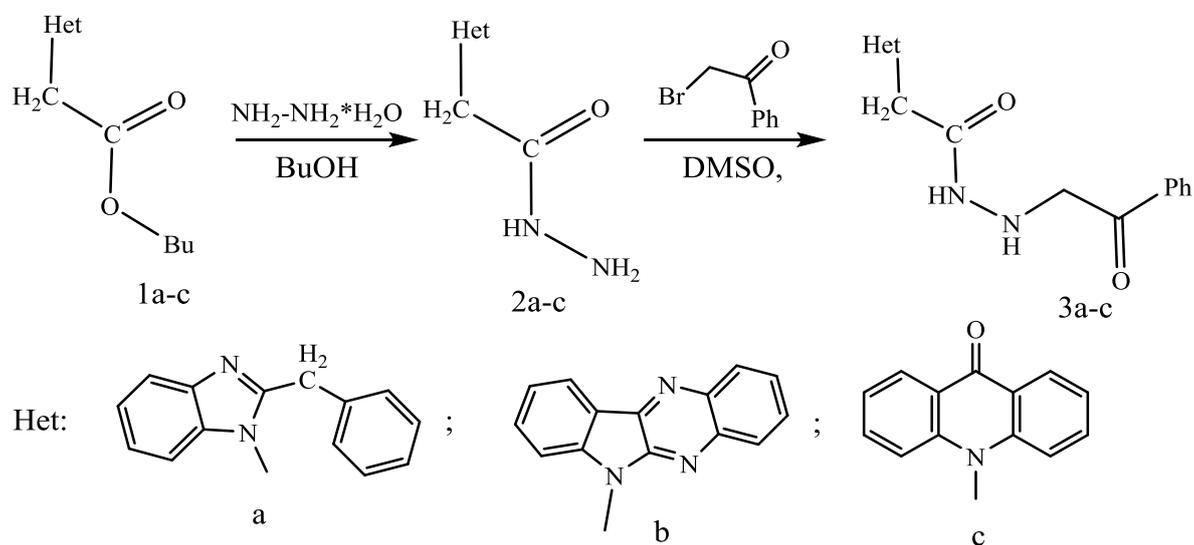
Несмотря на большое разнообразие имеющихся лекарственных препаратов, проблема изыскания новых высокоэффективных и малоток-

сичных соединений остается актуальной. Это обусловлено снижением эффективности лекарственных препаратов из-за появления резистентных форм микроорганизмов, наличием побочного действия, а также ограниченным сроком годности лекарственных форм.

Синтез и изучение новых производных гидразидов гетарилкарбоновых кислот является перспективным и интенсивно развиваемыми областями органической химии. Это связано с широким спектром биологической активности, проявляемой гидразидами различных карбоновых кислот.

В качестве модельных соединений были выбраны гидразиды карбоновых кислот, являющихся производными 2-(фенилметил)-1H-бензимидазола, 6H-индоло[2,3-b]хиноксалина и акридона. Данный выбор был обусловлен тем фактом, что производные модельных соединений обладают антимикробной, противоопухолевой, противовирусной, антигрибковой активностью и входят в перечень жизненно важных лекарственных препаратов [Hari Narayana Moorthy et al. 2009].

Синтез целевых соединений 3a-c проводили согласно схеме:



Соединения 2a-c получали из бутиловых эфиров 1a-c кипячением с гидразингидратом в среде кипящего бутилового спирта (для соединений 1b-

с) , а для соединения 1а реакцию проводили в кипящем 1,4-диоксане. Ход реакции контролировали методом ТСХ.

Соединения 3а-с получали алкилированием соединений 2а-с α -бромацетофеноном в среде ДМФА или ДМСО. Ход реакции контролировали методом ТСХ.

Для синтезированных соединений был проведен компьютерный расчет с помощью программы PassOnline, было установлено, что соединения 3а-с способны проявлять противоконвульсивную, противомикробную, противотуберкулезную активность. Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности дальнейших исследований в данном направлении.

Библиографический список

Шибинская М.О., Коваленко Е.А., Карпенко А.С., Ляхов С.А. Синтез, аффинитет к ДНК, противовирусная и интерферониндуцирующая активности амидов индоло[2,2-*b*]хиноксалин-6-ил-карбоновых кислот. / М.О. Шибинская, Е.А. Коваленко, А.С. Карпенко, С.А. Ляхов // – Киев: Вестник Национальной академии наук Украины. – 2010. – №15. – С. 127

Salimon J., Salih N., Yousif E., Hameed A., Kreem A. Synthesis and pharmacological evaluation of 9(10H)-acridone bearing 1,3,4-oxadiazole derivatives as antimicrobial agents / Arab. J. Chem. – 2010. – № 3. –Р. 205–210.

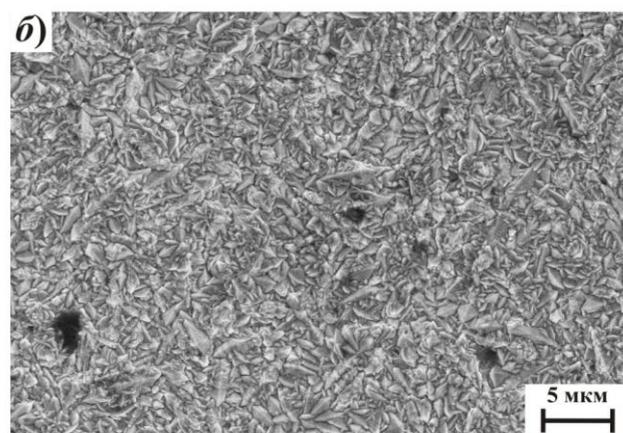
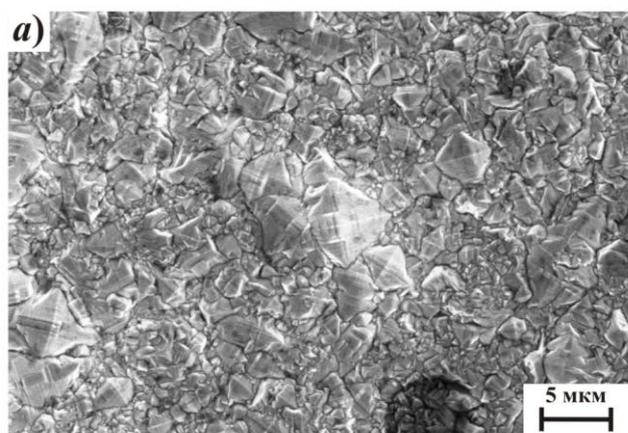
Fröhlichová Z., Tomaščíková J., Imrich I., Kristian P., Danihel I., Böhm S., Sabolová D., Kožurková M, Klika K.D. Synthesis and properties of novel biologically interesting polycyclic 1,3,4-oxadiazoles containing acridine/acridone moieties // Heterocycles. – 2009. – Vol. 77. – № 2. – P. 1019–1035.

Машковский М.Д. Лекарственные средства: пос. для врачей – М.: Новая волна, 2004. – 14 изд. – Т. 1. – 540 с; – Т. 2. – 608 с.

Hari Narayana Moorthy N. S., Karthikeyan C, Trivedi P. Design, synthesis, cytotoxic evaluation, and QSAR study of some 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline derivatives // Journal of Enzyme inhibition and medical chemistry. – 2009. – №3. – P. 2

Для получения наномодифицированных гальванических покрытий в традиционные электролиты добавляется наноуглеродная добавка - углеродный наноматериал "Таунит", производимый в ООО "НаноТехЦентр", г.Тамбов, в промышленных масштабах.

В результате разработки и исследования процессов получения наномодифицированных электрохимических покрытий хромом, никелем, цинком, серебром, оксидных покрытий алюминия в лабораторных условиях получены положительные результаты: покрытия получают износостойкими (от 20 до 50% повышение износостойкости), имеют высокую микротвёрдость (в 1,4 раза превосходящую обычные покрытия), повышенную коррозионную стойкость, низкую неравномерность. Кроме того, наномодифицированные оксидные, цинковые и никелевые покрытия имеют высокие теплоотдающие свойства, что позволяет использовать их для повышения эффективности работы теплоотдающих элементов энергетического оборудования. По результатам исследований процесс получения наномодифицированного хромового покрытия внедрён в промышленность на ОАО «ТПЗ Инструмент», г.Тула.



Изображения микроструктуры никелевых покрытий, полученных на атомно-силовом микроскопе NT MDT Integra Spectra при использовании: а) электролита Уоттса; б) – электролита, модифицированного углеродным наноматериалом «Таунит» (0,06 г/л).

Наши предложения

- модифицирующие добавки для электролитов;
- технологические регламенты получения наномодифицированных гальванических никелевых, хромовых, цинковых, серебряных покрытий и электрохимических оксидных покрытий;
- проектирование реконструкции существующего гальванооборудования (при необходимости);
- разработка технологий получения наномодифицированных покрытий (цинк, медь, благородные металлы, оксидные плёнки и т.д.) с улучшенными показателями (коррозионная стойкость, износостойкость, микротвёрдость, теплоотдающие свойства) из электролитов заказчика.

Наши координаты

ООО «Наногальваника»: Российская Федерация, г.Тамбов, ул.Советская,51, генеральный директор проф. Литовка Юрий Владимирович

Тел. 8-4752-632601, 8-905-1216115 E-mail: polychem@list.ru

Power of ten

Get in touch with the new R&S®RTB2000 series oscilloscopes.

R&S®RTB2000 oscilloscopes (70 MHz to 300 MHz) team top technology with top quality. They surpass all other oscilloscopes in their class, delivering more power plus intuitive usability at a convincing price.

For more information and where to buy, visit www.scope-of-the-art.com/ad/rtb2000



Starting at
€ 1,200



Образовательный, научный и инновационный
процессы в нанотехнологиях

Сборник докладов
участников VII Всероссийской
научной конференции

г. Курск, 6–7 октября 2016 года

Редактор М.В. Оловянникова

Курский государственный университет
305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

Лицензия ИД № 06248 от 12.11.2001 г.

Подписано в печать
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,6.
Тираж 20 экз. Заказ № 2931

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Курского государственного университета