

оксида графена на последней стадии синтеза была применена мощная ультразвуковая обработка.

Улучшения растворимости углеродных нанотрубок в воде удалось добиться с использованием ультразвуковой обработки, исключив применение поверхностно-активных веществ, которые неблагоприятно повлияли на образование «скелета» конечного материала.

В ходе работы нами был использован по аналогии с оксидом графена «зеленый» метод восстановления [3] композиционного материала – парами D-глюкозы. Данный химический реактив заменил такой токсичный реагент как гидра-

зин-гидрат.

Были получены граничные значения концентраций и соотношений водных суспензий оксида графена и многослойных углеродных нанотрубок, при которых возможно получение высокопористого электропроводящего материала (при заданных условиях).

Одной из главных проблем была гидрофиллизация материала – без потери электронной проводимости. При обработке 10%-ым раствором азотной кислоты нам удалось получить материал – гидрофильный электропроводящий аэрогель, который является перспективным для создания ячеек для деионизации.

Список литературы

1. Yoram Oren // *Desalination*, 2008.– Vol.228.– P.10–29.
2. Daniela C. Marcano, Dmitry V. Kosynkin, Jacob M. Berlin, Alexander Sinitskii, Zhengzong Sun, Alexander Slesarev, Lawrence B. Alemany, Wei Lu, and James M. Tour // *ASC Nano*, 2010.– Vol.4.– №8.– P.4806–4814.
3. Jinping Zhao, Songfeng Pei, Wencai Ren, Libo Gao, and Hui-Ming Cheng // *ASC Nano*, 2010.– Vol.4.– №9.– P.5245–5252.

СИНТЕЗ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТА КАЛЬЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ

Т.В. Беянинова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.Н. Мишенина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, belyaninova_tv@mail.ru

Создание высокоэффективных полифункциональных генераторов излучения-люминофоров, проявляющих свечение в видимой области спектра, в настоящее время является актуальной задачей. Люминофоры, полученные на основе алюминатов кальция с активаторами люминесценции ионами редкоземельных элементов, сочетают благоприятные оптические, механические, экологические и физико-химические характеристики. Использование золь-гель технологии обусловлено высокой степенью гомогенизации прекурсоров, отсутствием экологически опасных процессов, высокой степенью чистоты конечных и промежуточных продуктов на всех стадиях синтеза.

Данная работа посвящена исследованию процессов эволюции фазообразования люминесцентной матрицы – моноалюмината кальция, полученного золь-гель методом с использованием различных оксокислот в качестве полимеризующих агентов и синтезу люминофо-

ра $\text{Ca}_{0,99}\text{Eu}_{0,01}\text{Al}_2\text{O}_4$. Благодаря способности органических предельных многоосновных кислот образовывать прочные полимерные каркасы хелатообразного вида с щелочноземельными элементами в системе образуется золь с высокой интенсивностью контактов между частицами, что приводит к образованию монолитного однородного геля. В качестве полимеризующих агентов были взяты винная, лимонная и яблочная кислоты. Для синтеза моноалюмината кальция в качестве исходных веществ использовались моногидраты оксокислот, тетрагидрат нитрата кальция, нонагидрат нитрата алюминия в мольном соотношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Al}^{3+}:\text{H}_4\text{Tart}$ (H_4Cit ; H_3Mal) равно 1:2:3. Для получения конечного продукта исходные реагенты растворяли в минимальном количестве воды, полученный раствор подвергали механическому перемешиванию в течение 1,5 часа для полного протекания конденсационных и полимеризационных процессов. Золи оставляли до перехода в гель и высушивали при тем-

пературе 130 °С в сушильном шкафу в течение 6 часов. Схема синтеза представлена в работе [1]. Высушенные прекурсоры подвергали термическому воздействию в интервале температур 1000–1200 °С в течение 3 часов (скоростью нагрева 5 °/мин). Для выявления стадий формирования структуры моноалюмината кальция проводили рентгенофазовый анализ (дифрактометр Rigaku MiniFlex 600, CuK α -излучение, диапазон углов 2 θ 3–100°), термический анализ (прибор для термического анализа NETZSCH STA 449 C, атмосфера – воздух, скорость нагрева 5 °/мин), ИК-спектроскопию на ИК-Фурье (спектрометре Agilent Technologies Cary 600). Исследование морфологии поверхности образцов выполняли на растровом электронном микроскопе HITACHI TM-3000 при ускоряющем напряжении 15 кВ, в условиях режима снятия зарядки с образца (электронная пушка: 5 • 10⁻² Па; камера для образца: 30–50 Па).

По результатам термического, рентгенофазового анализов и ИК-спектроскопии выявлена многостадийность процесса структурообразования алюминатов кальция. Выбор полимеризующего агента влияет на температуру фор-

мирования конечной фазы, а также на степень однородности продуктов. Так, на основании термического анализа установлено, что энергетически выгодно использовать яблочную кислоту, поскольку температура формирования моноалюмината кальция 860 °С, а с использованием винной кислоты 910 °С; лимонной кислоты 900 °С. Анализ рентгенограмм показал наличие посторонних фаз в примесном количестве у всех образцов, которые исчезают при повышении температуры отжига до 1200 °С. Установлено, что наименьшее количество примесей содержит образец, при синтезе которого полимеризующим агентом являлась винная кислота.

На основании проделанных исследований был выбран оптимальный полимеризующий агент, условия синтеза и синтезирован люминофор. В качестве полимеризующего агента использовали лимонную кислоту, мольное соотношение реагентов: Ca²⁺:Eu³⁺:Al³⁺:H₄Cit равно 0,99:0,01:2:3. Полученный образец обладает свечением при длине волны равным 419 нм ($\lambda_{\text{возб.}} = 370$ нм), что соответствует европию в степени окисления +2 (спектрофлуориметр Agilent Cary Eclipse).

Список литературы

1. Белянинова Т.В., Селюнина Л.А., Мишенина Л.Н. Золь-гель синтез алюмината кальция с использованием различных полимеризую-

щих агентов // Вестник ТГУ. Химия, 2016.– №4(6).– С.65–72.

ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОГЕННОГО ДОПИРОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИОСАМАРАТА БАРИЯ

Т.А. Блинова, М.А. Пентин, Е.В. Кошелева, Б.А. Ананченко
Научный руководитель – к.х.н., профессор кафедры, Л.А. Калинина

*Вятский государственный университет
Институт химии и экологии
610000, Россия, г. Киров, ул. Московская 36, lab230@rambler.ru*

Создание и освоение новых неорганических материалов весьма актуально, так как использование их функциональных свойств в различных областях науки и техники содействует развитию прогресса. Такие новые функциональные материалы, как сульфидпроводящая керамика, могут найти применение в составе электрохимических приборов для анализа и высокотемпературного электролиза серосодержащих газов. Известные на настоящий момент кристаллические проводники с сульфидионной проводимостью получены в результате гомогенного допирования

тиолантиноидатов щелочноземельных металлов MeLn₂S₄ полуторными сульфидами соответствующих лантаноидов [1]. Широкому применению гомогенных сульфидионных проводников препятствует достаточно высокое сопротивление (10⁶–10⁹ Ом•см).

Цель настоящей работы – получение твердых электролитов (ТЭ) с высокой проводимостью за счет гетерогенного допирования ионной соли BaSm₂S₄ полупроводниковыми сульфидами циркония и кремния.

Сложные сульфидные материалы син-