

Проведенные эксперименты показали возможность построения градуировочных графиков и для других макро- и микроэлементов вплоть до 10^{-2} %. Кроме того, можно отметить, что при использовании сдвоенных лазерных импульсов для экспресс-анализа локального содержания элементов в твердых биологических субстратах перевод образца в неорганическую форму не требуется. В этом случае в отличие от плазмы искрового разряда, существенное изменение интенсивности линий, вызванное испарением верхнего загрязненного слоя образца, наблюдается для всех элементов только во время первого импульса, посылаемого в точку поверхности. После этого можно проводить результативный анализ.

Список литературы

1. Патапович, М. П. Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ развития нарушения обмена макро- и микроэлементов в организме человека : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.05 / М. П. Патапович. – Минск, 2014. – 136 л.
2. Ермалицкая, К. Ф. Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия многокомпонентных сплавов и функциональных покрытий : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.05 / К. Ф. Ермалицкая. – Минск, 2010. – 140 л.
3. Патапович, М. П. Разработка методик определения меди и цинка в биологических объектах (волосах) методом лазерной атомно-эмиссионной спектрометрии / М. П. Патапович, Лэ Тхи Ким Ань // Физика конденсированного состояния : материалы XXI междунар. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно, 18–19 апр. 2013 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы ; редкол. : Г. А. Хацкевич (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2013. – С. 208–210.

Two-pulse atomic-emission laser spectrometry allows for recording of the local distribution of the essential elements on ablation of the dried drops of biological fluids and standard samples. The developed methods and standard samples provide the basis for estimation of the local spatial distribution and total microelemental content in dried drops of biological fluids.

Акулич Валентин Александрович, студент 4 курса уровня среднего специального образования факультета электросвязи Белорусской государственной академии связи, Минск, Беларусь, VAAKU2019@mail.ru.

Рябцева Анна Сергеевна, студентка 2 курса уровня высшего образования факультета инжиниринга и технологий связи Белорусской государственной академии связи, Минск, Беларусь.

Научные руководители – *Патапович Мария Петровна*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и физики факультета инжиниринга и технологий связи Белорусской государственной академии связи, Минск, Беларусь, mpetrat@mail.ru.

Зажогин Анатолий Павлович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, zajogin_an@mail.ru.

УДК 620.3

М. Ф. С. Х. АЛЬ-КАМАЛИ, А. А. АЛЕКСЕЕНКО

ПОЛУЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ SiO_2 -КСЕРОГЕЛЕЙ И ПОРОШКОВ НА ИХ ОСНОВЕ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ ВОССТАНОВЛЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Приводятся данные по морфологии поверхности высококремнеземных ксерогелей, содержащих микро- и наночастицы восстановленной меди различной концентрации. Приводятся сорбционные свойства синтезированных композиционных материалов. Сделано предположение об эффективности применения сформированных микропорошков в биомедицинских исследованиях, относящихся к созданию недорогих и эффективных бактерицидно активных препаратов, направленных на борьбу с резистентностью патогенных микроорганизмов.

С применением золь-гель метода был проведен контролируемый синтез наночастиц восстановленных металлов в структуре чистых высокопористых SiO_2 -матриц (на примере меди, по технологическому процессу, описанному в работе [1]). На рисунках 1–2 приводятся данные по сорбционной способности сформированных ксерогельных заготовок (рисунок 1) и морфологии их поверхности в случае получения в их структуре микро- и наночастиц восстановленной меди (рисунок 2). Технологические приемы получения композиционных материалов подобного рода, изложенные в работе [1], состояли в проведении этапов последовательной трансформации нитрата меди сначала в ее оксид, а затем в состояние восстановленной меди (под действием первичной термообработки на воздухе, а затем в среде водорода).

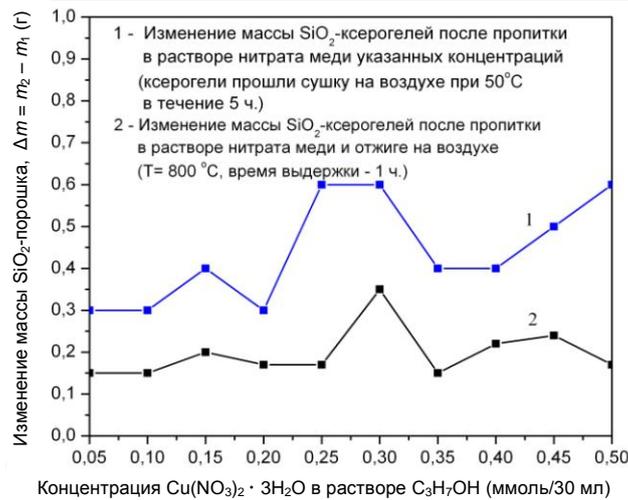


Рисунок 1 – Сорбционная способность чистых SiO₂-порошков, предварительно отожжённых на воздухе при T = 800 °С (1 ч)

Например, при получении ксерогеля состава SiO₂:Cu⁰ в чистый золь предварительно вводился нитрат меди Cu(NO₃)₂ · 3H₂O из расчета концентрации по массе 4 г на 70 мл готового золя. Далее следовал этап стабилизации приготовленного коллоидного раствора и его сушка при нормальных условиях в открытых пластиковых контейнерах. Отжиг такого ксерогеля на воздухе (при 800 °С, время выдержки – 1 ч) приводил к формированию в его структуре двухвалентного оксида меди CuO. После инерционного охлаждения печи образцы подвергались термообработке в потоке осушенного водорода с целью получения отдельно локализованных микрочастиц восстановленной меди, чётко наблюдаемых методом оптической микроскопии. На рисунке 2 приводятся микрофотографии поверхности ксерогельных заготовок, содержащих в своей структуре восстановленную медь. Разрешение использованного оборудования (растрового электронного микроскопа модели VEGA II LSH), не позволило установить присутствие наночастиц Cu⁰. Но можно предполагать наличие таких наночастиц, т. к. проведенные ранее исследования кварцевых стекол, содержащих восстановленную медь (методом просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения), показали их образование в виде отдельных наночастиц размерами от 5 нм [1]. В случае необходимости (с целью получения микропорошков состава SiO₂:Cu⁰) ксерогели, содержащие восстановленную медь, предварительно измельчались в агатовой ступке, а затем просеивались через сито с размером ячейки 100 мкм (отсеявшиеся микрочастицы большего размера проходили этап повторного домалывания). Полученные таким образом микропорошки можно было наиболее эффективно использовать при процедуре точной дозировки вводимых веществ, а также получать на их основе антибактериальные препараты в таблетированном виде.

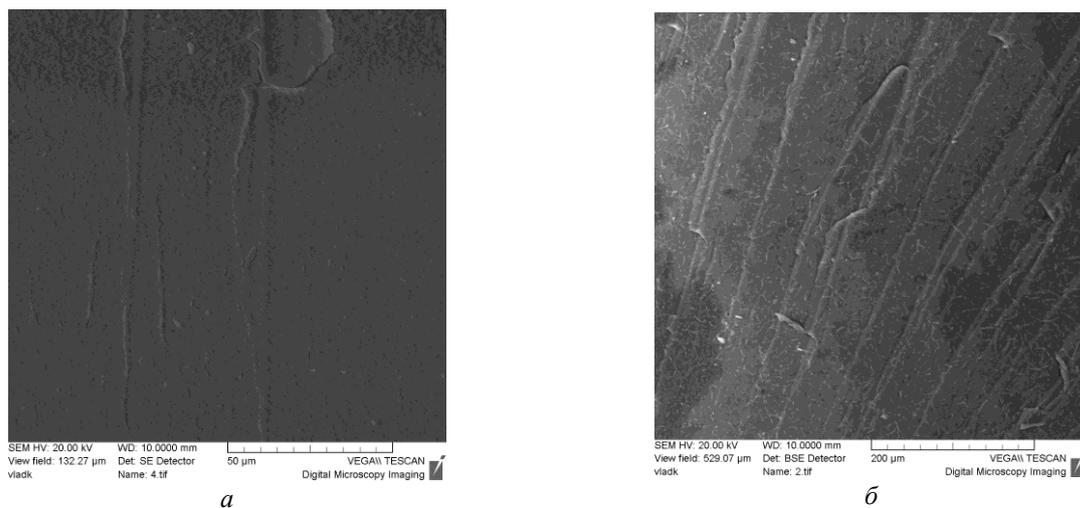


Рисунок 3 – РЭМ-изображения поверхности ксерогелей, сформированных на основе водной дисперсии аэросила А-300 и нитрата меди, концентрацией 0,3 ммоль / 30 мл золя и 0,5 ммоль / 30 мл золя (микрофотографии а и б соответственно). Все ксерогели прошли восстановительную обработку в среде водорода при T = 800 °С (1 ч)

Сорбционные свойства формируемых ксерогелей (рисунок 1) позволяют предложить их в качестве биологически активных материалов, применяемых для создания антимикробных агентов, обладающих высокой подавляющей способностью (в т. ч. за счет механизмов сорбции-десорбции, например, ионов Cu^{2+} , [2, 3]). Локализация наночастиц Cu^0 в структуре веществ состава $\text{SiO}_2:\text{Cu}^0$ также может эффективно повлиять на стабилизацию их антибактериальных свойств в результате уменьшения механизмов их естественного окисления [2]. В частности, хорошо известно, что ксерогели обладают системой как открытых, так и закрытых пор [1]. В этом случае высока доля вероятности нахождения в закрытых порах наночастиц восстановленной меди в неокисленном состоянии достаточно длительное время, что выгодно отличается от временного состояния ассоциатов наночастиц меди, полученных, например, плазмохимическим способом [3].

Список литературы

1. Алексеенко, А. А. Функциональные материалы на основе диоксида кремния, получаемые золь-гель методом / А. А. Алексеенко, А. А. Бойко, Е. Н. Подденежный. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 183 с.
2. Гульченко, С. И. Перспективы создания антибактериальных препаратов на основе наночастиц меди / С. И. Гульченко, А. А. Гусев, О. В. Захарова // Вестн. ТГУ. – 2014. – Т. 19, вып. 5. – С. 1397–1399.
3. Антибактериальное действие наночастиц меди / И. В. Бабушкина [и др.] // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Сер.: Медицина. – 2012. – № 2. – С. 137–139.

This paper presents data on the surface morphology of high-silica xerogels containing micro- and nanoparticles of reduced copper of various concentrations. The sorption properties of the synthesized composite materials are given. An assumption is made about the effectiveness of the use of formed micropowders in biomedical research related to the creation of inexpensive and effective bactericidal active drugs aimed at combating the resistance of pathogenic microorganisms.

Аль-Камали Марван Фархан Саиф Хассан, аспирант кафедры «Материаловедение в машиностроении» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого, Гомель, Беларусь, marwan.ye2@gmail.com.

Научный руководитель – *Алексеенко Александр Анатольевич*, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник НИЧ, заведующий (научный руководитель) НИЛ «Техническая керамика и наноматериалы» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого, Гомель, Беларусь, alexeenko@dstu.by.

УДК 543.42:666.752

И. А. АНУШКЕВИЧ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛАЗЕРНО-ЭМИССИОННОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ ОРНШТЕЙНА

Используя метод Орнштейна, проведено определение температуры лазерно-эмиссионной плазмы, образованной путем воздействия сдвоенных лазерных импульсов YAG:Nd³⁺-лазера (1,06 мкм) на поверхность алюминиевого сплава. Экспериментально получены относительные интенсивности двух спектральных линий пластинки алюминия $\lambda_1 = 308,215$ нм и $\lambda_2 = 309,279$ нм. Показано, что температура в факеле лазерно-эмиссионной плазмы составляет порядка 13 700 К.

Огромную роль в методах диагностики плазмы играет спектроскопия, применение которой позволяет изучать и анализировать процессы, происходящее в плазме. Также спектроскопическими методами можно определять температуру плазмы, ее зарядовый состав и концентрации частиц. Известен ряд способов спектроскопических измерений температуры плазмы, например, метод распределения яркости в континууме, метод сравнения яркостей двух континуумов, метод относительных интенсивностей спектральных линий, определение температуры по контуру спектральной линий и т. д. Указанные выше методы имеют ограниченную область применений. В данных методах используются предположения о том, что плазма находится в локальном термодинамическом равновесии. Возможность их применения для неравновесных процессов требует дополнительного обоснования. Указанные выше первый и второй методы часто используются при достаточно высоких температурах, при таких условиях, когда уже высока интенсивность тормозного и рекомбинационного излучения. Также при использовании третьего метода в плазме должно быть наличие Саха-Больцмановского равновесия, а четвертый метод требует отсутствия самопоглощения в линии, что существенно сказалось на области его применения [1].

Для исследования и создания различных устройств, использующих разрядную плазму или лазерно-эмиссионную плазму, необходимы исследования свойств излучающей плазмы, которая является в них рабочим телом. Знание физических процессов, протекающих в газоразрядной и лазерно-эмиссионной плазме, позволяет сформулировать требования к ее формированию. При выполнении этих требований реализуются наиболее благоприятные условия для эмиссии светового излучения и получения максимальной эффективности