

водных растворов и его сорбционные характеристики. Известно, что присутствие различных полимерных добавок способствует образованию наноразмерных кристаллов гидроксипатита кальция [4]. Синтез ГА осуществляли в две стадии методом гомогенного осаждения с добавлением природного полимера пектина: 1 – взаимодействие кальция с полимером, 2 – осаждение ГА из раствора. В качестве исходных реагентов использовали нитрат кальция (ч.д.а), раствор пектина (х.ч.) и гидрофосфат аммония (ч.д.а). На первой стадии синтеза к 100 мл раствора, содержащего 1,5 г пектина приливали 100 мл 0,5 М раствора нитрата кальция в результате чего выпадал осадок пектата кальция. Его отфильтровывали, воздействовали на него во второй стадии синтеза раствором гидрофосфата аммония, получая таким образом порошки с размером частиц до 1 мкм.

Кроме того, изучался механизм взаимодей-

ствия нитрата кальция с пектином. Для этого проводились эксперименты по адсорбции нитрата кальция на пектине. Это необходимо для определения степени взаимодействия пектина и кальция, что в дальнейшем необходимо для определения концентраций реагирующих веществ и выбора параметров осуществления синтеза ГА.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 1: зависимость адсорбции от концентрации нитрата кальция, где $\Gamma_{\text{экс}}$ значение адсорбции, полученные из эксперимента, а $\Gamma_{\text{Ленг}}$ и $\Gamma_{\text{Фр}}$ были рассчитаны по уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха соответственно [5].

Согласно полученным данным можно сделать вывод: взаимодействие нитрата кальция с пектином описывается уравнением Ленгмюра, что указывает на образование монослоя пектата кальция.

Список литературы

1. Величко В.В., Особенности образования гидроксипатита кальция при осаждении из раствора, содержащего природный полимер каррагинан / Величко В.В., Захарова Н.А., Скрябинский К.В., // Успехи в химии и химической технологии, 2007. – №3. – С.99–103.
2. Взаимодействие наногидроксипатита кальция с уранил-ионом. / Хрестенко Р.В., Рудин В.Н., Калмыков С.Н., Мелихов И.В. // Известие Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2008. – Т.2. №5. – С.52–57.
3. Рассказова Л.А., Сравнение различных ион-замещенных гидроксипатитов, полученных по СВЧ-технологии / Л.А. Рассказова, Н.М. Короченко // Вестник КузГТУ, 2013. – №2. – С.88–90.
4. Фомин А.С., Синтез нанопорошков гидроксипатита для медицинских применений / Фомин А.С., Комлев В.С., Баринов С.М., Фадеева И.В., Ренгини К. // Перспективные материалы, 2006. – №2. – С.51–54.
5. Михеева Е.В., Катюхин В.Е., Изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 20с.

АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ МИКРОСФЕРЫ ЛЕТУЧИХ ЗОЛ – ПРЕКУРСОРЫ МИКРОИСТОЧНИКОВ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

Е.А. Кутихина

Научный руководитель – д.х.н., в.н.с. Т.А. Верещагина

Институт химии и химической технологии СО РАН

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»
Россия, г. Красноярск, ул. Академгородок 50/24, ekaterina_kutikhina@mail.ru

Перспективным направлением исследований в химии и технологии неорганических материалов является создание микросферических источников радиоактивного излучения, применяемых в селективной внутренней радиационной терапии раковых опухолей печени путем ра-

диоэмболизации пораженного органа в варианте постоянного внедрения в печень микросфер, меченых радиоактивным изотопом, в частности, Lu-177 [1, 2].

Настоящая работа направлена на создание микросферического источника для радиотера-

пии с использованием стеклокристаллических алюмосиликатных микросфер летучих зол от сжигания угля. Для этого из летучей золы от сжигания кузнецкого и экибастузского углей методами аэродинамического разделения, гранулометрической классификации, магнитной сепарации были выделены узкие фракции микросфер с воспроизводимыми физико-химическими характеристиками и максимумом распределения в интервале размеров 20–40 мкм.

Для включения в стеклофазу микросфер устойчивых форм радиоизотопа лютетия использован сорбционный подход к иммобилизации катионов металлов в неорганической матрице, включающий сорбцию катионов Lu^{3+} на поверхности модифицированных микросфер из раствора соединения металла с последующей фазовой трансформацией прекурсора при нагревании.

С целью создания сорбционно-активной поверхности микросферы подвергали гидротермальной обработке в щелочной среде при 150 °С, в результате которой происходило формирование на поверхности микросфер цеолита анальцима микронных и субмикронных размеров [3] (рис. 1).

Проведена оценка сорбционных свойств модифицированных микросфер в отношении катионов Lu^{3+} как имитатора радиоизотопа Lu-177 (в статических условиях в течение 24 часов). Определена изотерма сорбции лютетия в области низких концентраций лютетия (0,5–50 мг/л) (рис. 2), которая была описана уравне-

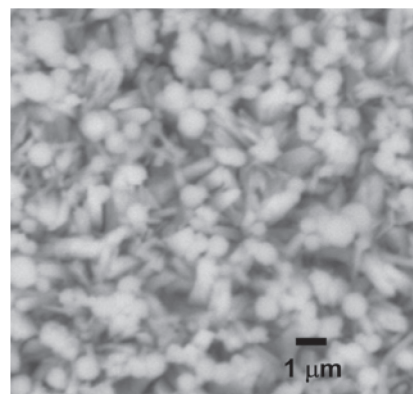


Рис. 1. РЭМ снимок участка поверхности модифицированных микросфер

нием Ленгмюра. Рассчитаны характеристики процесса сорбции – константа равновесия сорбции ($K_p = 5,3$ л/мг), характеризующая интенсивность процесса сорбции, предельная сорбция ($A_m = 33,8$ мг/г сорбента) и коэффициент распределения ($K_d = 1,1 \cdot 10^5$ мл/г), которые позволяют прогнозировать возможность достижения требуемой загрузки микросфер радиоизотопом Lu-177 в сорбционном режиме.

Высокотемпературная обработка анальцим-содержащих микросфер после сорбции Lu^{3+} при 800–1000 °С позволила перевести сорбированные формы лютетия в менее растворимые соединения.

Таким образом, показано, что алюмосиликатные микросферы летучих энергетических зол потенциально пригодны для получения микросферических функциональных материалов с заданными свойствами для ядерной медицины.

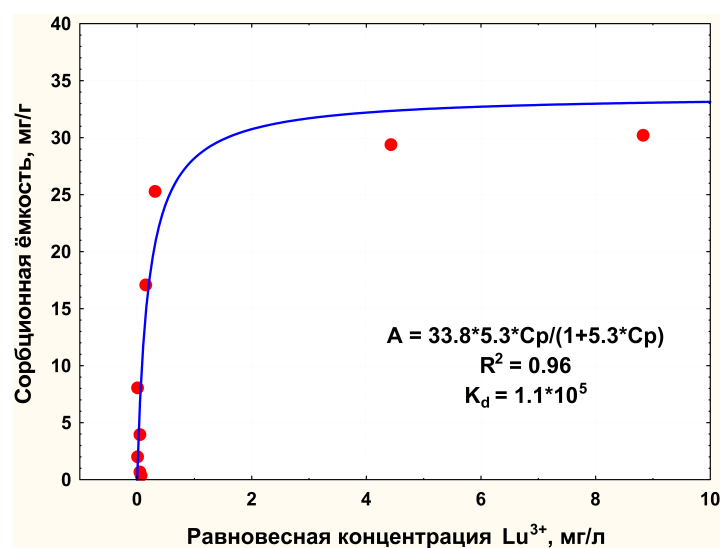


Рис. 2. Изотерма сорбции Lu^{3+} на модифицированных микросферах (точки – эксперимент, линия – модель Ленгмюра)

Список литературы

1. Gulec S.A. // *Semin. Nucl. Med.*, 2016.– V.46.– P.126.
2. Mulcahy M.F. et al. // *Cancer.*, 2009.– V.115.– P.1849.
3. Vereshchagina T.A. et al. // *Micropor. Mesopor. Mater.*, 2018.– V.228.– P.258.

СОСТАВ МЕТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ПАСТЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ФАРФОРА

А.С. Кутищев

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Дитц

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ask92@tpu.ru

Среди многочисленных типов ускорителей заряженных частиц особое место занимают бетатроны, получившие на сегодняшний день широкое распространение в области медицины и безопасности при создании досмотровых комплексов. Одним из основных узлов бетатрона является вакуумная камера, в которой происходит ускорение заряженных частиц. Камера изготавливается из нескольких составных узлов: тор – основа, катодный узел, откачной узел [1]. Для обеспечения вакуумной плотности и высокой прочности требуется разработать технологию и составы для металлизации фарфора.

Для металлизации керамики применяются

либо чистые порошки тугоплавких металлов (вольфрам, молибден), либо смеси порошков этих металлов с порошками железа, марганца, меди. Наиболее распространены молибдено-марганцевые составы металлизационных паст, на керамику наносится смесь порошков молибдена и марганца на органическом связующем (до 25% от массы порошков).

В работе использовали электрофарфор спечённый, состав представлен в таблице 1. Порошок молибдена марки МПЧ по ТУ 48-19-69-80 со средним размером частиц 2,0 мкм по данным лазерной гранулометрии.

Для исследования морфологии частиц по-

Таблица 1. Химический состав фарфоровой массы в оксидном выражении в массовых процентах [2]

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Δm _{mm}	Сумма
70,51	17,53	0,79	0,29	0,46	0,24	4,14	0,33	5,71	100,00

Таблица 2. Размер межзернового пространства в зависимости от состава микро и нано частиц молибдена

Шифр состава	Содержание порошка, мас. %		Размер пор S, мкм ²
	Микро	Нано	
1	100	0	0,860
2	95	5	0,160

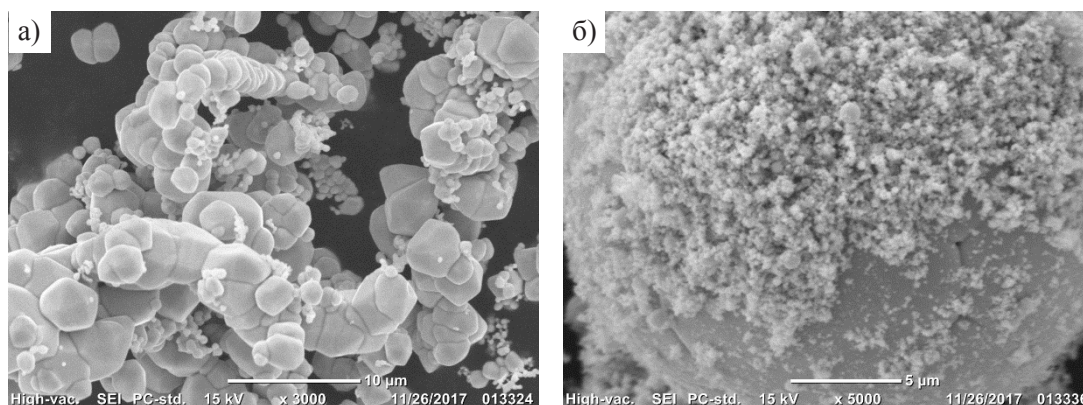


Рис. 1. Микрофотографии порошков молибдена а) микро-порошка, б) нано-порошка