

дника – 100 мм. Все эксперименты осуществлялись в среде аргона.

Для напыления подложку располагали непосредственно под проводником с зазором 5 мм.

На рисунке 2 представлены фотографии медных порошков, полученных с помощью электронного микроскопа. Порошок состоит их частиц размером от 40 нм до 5 мкм.

На рисунке 3 приведены фотографии исход-

ных подложек и результатов напыления.

Полученные порошки меди и подложки исследовались на возможность подавления роста культуры *Escherichia Coli* (кишечная палочка). Результат показал, что на порошках и в зоне вокруг них радиусом 5 мм наблюдается подавление роста бактерии. На пластинах, с нанесёнными на их поверхности частицами меди, подавление роста происходит только на самой поверхности.

### Список литературы

1. Cooksey D.A. // *FEMS Microbiology Reviews*, 1994.– Vol.14.– №4.– P.381–386.
2. Ильин А.П., Боев С.Г., Плотников В.М. патент RUS 2123329 от 20.12.1998.
3. Бакларь В.Ю., Терехов А.Ю., Кускова Н.И. // *Электронная обработка материалов*, 2011.– Т.47.– №6.– С.29–34.
4. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Коришунов А.В., Рюот Л.О. *Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов.*– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.– 196с.

## СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ И СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЦ, СОДЕРЖАЩИХ ЦЕЗИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ АКТИВНЫХ ЗОН ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.А. Белов<sup>1,2</sup>, О.О. Шичалин<sup>1,2</sup>, Е.Б. Модин<sup>1,2</sup>, В.О. Главинская<sup>1</sup>, А.Д. Номеровский<sup>1</sup>  
 Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Е.К. Папынов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет  
 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова 8

<sup>2</sup>Институт химии ДВО РАН  
 690022, Россия, г. Владивосток, пр. 100-лет Владивостоку 159, chemi@ich.dvo.ru

Исследование ориентировано на разработку альтернативных решений по разработке новых твердотельных минералоподобных матриц, пригодных для прочной иммобилизации радиоцезия (<sup>137</sup>Cs) и предназначенных в качестве альтернативной замены <sup>137</sup>CsCl – наполнитель активных зон источников ионизирующего гамма-излучения (ИИИ) [1].

В работе предложен современный способ синтеза высокопрочных алюмосиликатных керамических матриц, пригодных для прочной

иммобилизации радионуклидов цезия. Исключительное качество матриц обеспечено передовыми возможностями технологии искрового плазменного спекания (ИПС) [2], основанной на высокоскоростной консолидации алюмосиликатной шихты (цеолиты), содержащей адсорбированные радионуклиды, в термодинамически стабильную керамику или стеклокерамику (см. табл.). Исследования описывают ранее не изученные особенности ИПС консолидации природных и синтетических порошков цеолитов, в

Сорбционная емкость по Cs	~25 масс. %
Прочность при сжатии	~500 МПа
Истинная плотность	99,8 % от теор.
Скорость выщелачивания по Cs	< 10 <sup>-5</sup> –10 <sup>-6</sup> г/см <sup>2</sup> •сут
Дозировка по уд. активности (разброс не более)	±5 %

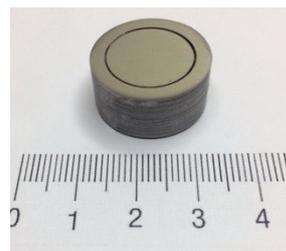


Рис. 1. Эксплуатационные характеристики стеклокерамической матрицы для активной зоны ИИИ-закрытого типа и общий вид прототипа данного изделия, полученного по технологии ИПС

том числе сорбционно-насыщенных имитатором радиоцезия, а также включают новые фундаментальные знания о кинетики их уплотнения и специфики фазообразования под воздействием искрового плазменного разогрева. Установлены оптимальные технологические режимы ИПС, на основе которых успешно получены высококачественные керамические и стеклокерамические матрицы на основе различных цеолитов высокой теоретической плотности (98,5–99,8%), механической прочности при сжатии (~500 МПа), содержащие до 25 масс. % цезия, с низкими скоростями их выщелачивания ( $< 10^{-5}$ – $10^{-6}$  г/см<sup>3</sup>•сут). Оценены иммобилизационные характеристики и определена степень гидролитической стой-

кости полученных матриц к выщелачиванию имитатора радиоцезия. Установлена специфика фиксации цезия в объеме получаемых матриц на основе цеолитов, в зависимости от кинетики твердофазных превращений в искровом плазменном разогреве.

Кроме этого, впервые предложен способ изготовления прототипа изделия ИИИ, подобного марки RSL производимой ПО «Маяк» (г. Озерск) [1], в виде одностадийной ИПС формовки цезий содержащей стекломатрицы в стальной оболочке (рис. 1).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект номер 17-03-00288 «А»).

### Список литературы

1. Алой А.С., Баранов С.В., Лозунов М.В. *Источники гамма-излучения с цезием-137: свойства, производство, применение.* – Озерск: Маяк, 2013. – 231с.
2. Tokita M. *Spark Plasma Sintering (SPS) Meth-*

*od, Systems, and Applications. Chapter in a Handbook of Advanced Ceramics Mater. Appl. Process. Prop., 2nd ed. Publ.: Elsevier Inc, 2013. – P.1149–1178.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЫ-УНОСА СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ

Е.О. Белякова, Д.Е. Перемитина  
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.К. Семакина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, liska\_belyakova@mail.ru*

Зола-уноса представляет собой тонкодисперсный порошок, состоящий, как правило, из частичек размером от долей микрона до 0,16 мм. В результате сжигания твердого топлива на Северной ТЭЦ образуется зола, которая улавливается электрофильтрами, после чего в сухом состоянии отбирается на производственные нужды, либо вместе с водой и шлаком отправляется на золоотвал.

Зола находит широкое применение для изготовления строительных конструкций в качестве наполнителя, а также как вяжущее вещество. Данным материалом можно заменить цемент при производстве товарных бетонов, строительных растворов и готовых изделий, выпускаемых строительными комбинатами.

Целью данной работы является определение фракционного состава золы-уноса, разделение ее в тяжелых жидкостях, а также определение несгоревших частиц угля (недожога) в каждой фракции.

Фракционный состав золы определялся рас-

севом на ситах и представлен на рис. 1.

Как видно из графика, состав золы представлен частицами менее 150 мкм, выход которых составляет 95,4%, при этом содержание частиц менее 40 мкм – 46,7%.

Следующий этап исследования заключался в определении тяжелой (ТФ) и легкой (ЛФ) фракций, содержащихся в золе. Навеска золы помещалась в воронку с краном, куда наливалась тяжелая жидкость. В качестве тяжелой жидкости использовался бромформ плотностью 2,96 г/см<sup>3</sup>; бромформ, разбавленный этиловым спиртом до плотности 2,04 г/см<sup>3</sup>; тетрахлорметан плотностью 1,60 г/см<sup>3</sup>. Содержимое воронки тщательно перемешивается и оставляется в покое. По истечении небольшого промежутка времени частицы, имеющие плотность больше плотности тетрахлорметана (или бромформа), осаждаются на дне воронки и их осторожно удаляют через кран на фильтровальную бумагу, а затем тщательно промывают этиловым спиртом, сушат и взвешивают. Частицы, всплывшие