

материалов, например, при изготовлении таблеток из МОХ-топлива. Кроме того, наложение ультразвуковых колебаний на твэльные трубки целесообразно при изготовлении твэлов с полным заполнением и – особенно – с кольцевым заполнением порошковым топливом.

Разработки «Александры-Плюс» защищены патентами на изобретения, авторами которых являются более 50 ведущих специалистов как в области ультразвуковых технологий, так и в отраслях, где они внедряются. Специалистами фирмы разработано более сотни ультразвуковых излучателей различной конструкции, на основе применения которых создано более 800 моделей оборудования. Оборудование поставлено в 11 стран.

За последние несколько лет ультразвуковое оборудование фирмы доказало свои преимущества в сравнении с лучшими мировыми аналогами и широко применяется на предприятиях объединений «Казахмыс», «Казцинк» и «Казхром».

Отличительной особенностью разработок фирмы является широкое использование резонансных эффектов в ультразвуковой области колебаний (особенно для массивных деталей), что позволяет значительно повысить эффективность создаваемого оборудования при существенном снижении энергопотребления.

СИНТЕЗ ТВЁРДЫХ РАСТВОРОВ ГЕКСАБОРИДОВ La-Pr-Tb

А.В. Славинская¹, Е.С. Новосёлов², С.П. Журавков¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 24-26/49 лит. А, 190013

E-mail: slavinskaya@tpu.ru

Гексабориды РЗМ являются перспективными материалами для термоэлектронной эмиссии, хорошими поглотителями инфракрасного излучения в ближнем диапазоне (900–2200 нм), а также для создания сверхвысокотемпературных конструкционных материалов. Использование гексаборидов в данных областях применения связано с необходимостью перехода к материалам с регулируемыми свойствами: механической прочностью, теплопроводностью, электропроводностью, поглощением электромагнитного излучения, термодинамической устойчивостью, работой выхода электрона [1]. Одним из способов регулирования свойств материалов является использование твёрдых растворов гексаборидов РЗМ с различным соотношением компонентов. Целью работы было получение ряда смешанных боридов лантана, тербия и празеодима боротермическим методом. В ходе работы были получены системы состава $((La_{0,5}Tb_{0,5})_xPr_{(1-x)})B_6$, где $x = 0,2 \div 0,9$, составы по массе приведены в таблице 1.

Таблица 1. Состав смесей по массам компонентов

№	Состав	Масса оксида лантана, г	Масса оксида тербия, г	Масса оксида празеодима, г	Масса бора, г
1	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,2}Pr_{0,8})B_6$	0,845	0,900	7,049	4,277
2	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,3}Pr_{0,7})B_6$	1,254	1,337	6,104	4,213
3	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,4}Pr_{0,6})B_6$	1,654	1,764	5,178	4,120
4	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,5}Pr_{0,5})B_6$	2,047	2,182	4,271	4,088
5	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,6}Pr_{0,4})B_6$	2,432	2,592	3,383	4,028
6	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,7}Pr_{0,3})B_6$	2,809	2,994	2,512	3,968
7	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,8}Pr_{0,2})B_6$	3,178	3,388	1,658	3,910
8	$((La_{0,5}Tb_{0,5})_{0,9}Pr_{0,1})B_6$	3,541	3,775	0,821	3,853

Расчёт производили с учётом экспериментально определённых потерь масс оксидов при температурной обработке. В качестве исходных компонентов использовали оксиды лантана, тербия, празеодима и аморфный бор. Для лучшего смешивания компонентов к порошкам добавляли изопропиловый спирт (ИПС). Смешивание проводили с помощью мелющих тел в турбулентной мешалке в течение четырёх часов. После окончания перемешивания смеси просушили при температуре 30 °С под вакуумом для удаления ИПС. Затем из смесей сформировали таблетки при давлении 1,5 МПа. Синтез проводили в вакуумной печи при давлении 10^{-2} Па и температуре 1650 °С в течение двух часов. Состав полученных смесей исследовали с помощью рентгенофазового анализа и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Дисперсность и морфологию изучали с помощью электронной микроскопии. По результатам анализов установили, что системы состоят исключительно из гексаборидов, синтезированные соединения представляют собой агломераты крупных частиц с размером около 250 мкм и все составы имеют схожую морфологию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makeev K. M. et al. Obtaining of crystals of polyelemental solid solutions of rare earth hexaborides //Technical Physics Letters. – 2016. – Т. 42. – №. 1. – С. 1-3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ТОЛЕРАНТНОГО REMIX-ТОПЛИВА

А.А. Суняйкина, А.А. Каренгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: suniaikina.anna2000@yandex.ru

Одним из приоритетных направлений развития атомной энергетики в России является использование уран-плутониевого ядерного топлива (REMIX-топлива) в виде топливных оксидных композиций (ТОК), получаемых из неразделенной смеси водных нитратных растворов урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива. Однако у этого топлива, наряду с достоинствами есть и серьезный недостаток – низкая теплопроводность [1]. В аварийных ситуациях без охлаждения это приведет к повышению температуры топлива, развитию пароциркониевой реакции и разрушению циркониевых оболочек ТВЭЛов. Решением этой проблемы является создание устойчивого к аварийным ситуациям уранового толерантного REMIX-топлива, включающего делящиеся материалы из диоксида урана и плутония, равномерно распределенные в оксидной матрице с высокой теплопроводностью и малым поперечным сечением поглощения нейтронов [2].

В работе представлены результаты экспериментальных исследований процесса плазмохимического синтеза модельных оксидных композиций (МОК) из диспергированных растворов ВОНР, включающих ацетон и водные нитратные растворы неодима (вместо урана), самария (вместо плутония) и иттрия. В ходе исследований проводились лазерная дифракция водных суспензий МОК, сканирующая электронная микроскопия, БЭТ-анализ и рентгенофазовый анализ полученных порошков.

Показано, что увеличение массовой доли матрицы (Y_2O_3) в составе МОК «оксид неодима–оксид самария–оксид иттрия» от 10 до 30 % (при $f_d = 50$ Гц, $Q_{об} = 2,8$ кг/с, $\alpha = Nd_2O_3/(Nd_2O_3+Sm_2O_3) = 0,1$) приводит к снижению размера частиц в водных суспензиях после узла «мокрой» очистки с 12,1 до 11,2 мкм. При этом удельная поверхность порошков ($S_{уд}$) увеличивается с 5,5 г до 7,8 м²/г, а размер «кристаллитов» в них снижается с 47 до 115 нм.