

Ministry of Education & Science of the Republic of Kazakhstan / Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым Министрлігі
Министерство Образования и Науки Республики Казахстан

al-Farabi Kazakh National University / әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Казакский национальный университет им. аль-Фараби



Proceedings of the Joint International VIII Symposium “Combustion & Plasmochemistry”

The Institute of Combustion Problem. Институт проблем горения. МОН РК - Комитет Науки



and

Scientific & Technical Conference “Energy Efficiency-2015”

National Academy of Science of Ukraine / The Gas Institute
Українаның Ұлттық Ғылыми академиясы / Газ Институты
Национальная академия наук Украины / Институт газа



Бірлескен VIII “ЖАНУ ЖӘНЕ ПЛАЗМОХИМИЯ” халықаралық симпозиумы
мен “ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІК-2015” ғылыми техникалық конференциясы

Совместный VIII международный симпозиум “ГОРЕНИЕ И ПЛАЗМОХИМИЯ”
и научно-техническая конференция “ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ-2015”

September, 16-18, 2015, Almaty, Republic of Kazakhstan

**САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ
КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ $ZrB_2-Al_2O_3$**

Абдулкаримова Р.Г., Камунур К, Айткалиева А.А.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Институт проблем горения,
Алматы, Казахстан. e-mail: Roza.Abdulkarimova@kaznu.kz

В настоящее время одним из перспективных направлений является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) композиционных материалов с широким спектром фазового состава с использованием боратовой руды месторождения РК

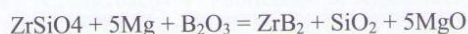
Бориды переходных металлов представляют особый интерес благодаря уникальным физико-химическим свойствам и находят широкое применение в качестве наиболее перспективных материалов во многих областях техники, машиностроения, электроники, космонавтики [1]. Однако сильные ковалентные связи, присущие фазам чистых диборидов переходных металлов, приводят к низкой пластичности и невысокой прочности, что в определенной степени ограничивает область их применения. В связи с этим в настоящее время большое внимание уделяется технологии получения многокомпонентных композиционных материалов, содержащих бориды металлов в сочетании с более пластичными материалами, выполняющими роль связки. Таковыми могут быть, например, оксид алюминия или магния, которые играют роль высокотемпературного связующего и одновременно, понижающего содержание дорогостоящего диборида при получении композиционных материалов [2,3].

Создание новых материалов с различным комплексом свойств нового уровня качества является широко распространенной задачей, в том числе и техногенного, в настоящее время рассматривается задачами научно-технического прогресса. Одним из основных источников сырья руд Казахстана являются бораты Индерского месторождения. Это доступное сырье можно использовать для получения борсодержащих огнеупорных композиционных материалов [4].

Экспериментальная часть

Образцы готовили из шихты, содержащей алюминий марки ПА-4 (или магний), диоксид титана, боратовая руда Индерского месторождения (содержание бора до 30%), природный циркон $ZrSiO_4$.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез проводили в системе $ZrSiO_4 + B_2O_3$ по реакции:



Предварительную механическую активацию проводили в высокоэнергетической шарово-центробежной мельнице «Пульверизетте 5» Подготовленные образцы сжигали

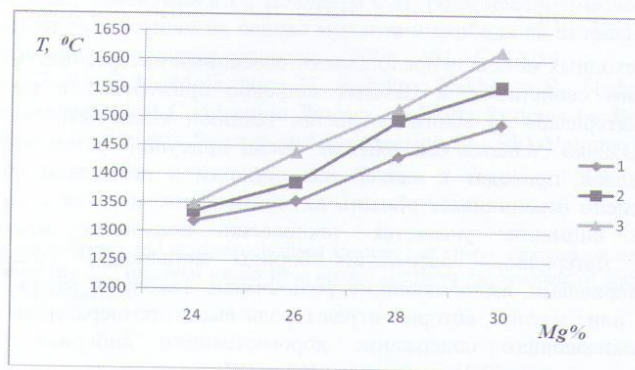
VIII Международный симпозиум
«Горение и плазмохимия»
Международная научно-техническая конференция
«Энергоэффективность-2015»

при комнатной температуре, инициируя воспламенение магнием. Измерение температуры горения образцов осуществляли помощью оптического пирометра. Рентгенофазовый анализ образцов проводили на дифрактометре «ДРОН-4М» с использованием кобальтового K_{α} -излучения в интервале $2\theta = 10^{\circ}$ - 70° . Морфологию полученных образцов (SEM) изучали методом сканирующей электронной микроскопии (QUANTA 3D 200i, FEI, USA).

Результаты и обсуждение

Эффективным способом воздействия на процесс синтеза таких материалов являются предварительная механическая активация и модифицирование исходных шихтовых систем, способных изменить структуру и энергетическое состояние шихты, что может повлиять на ход последующего СВС и конечный фазовый состав его продуктов.

На рисунке 1 приведена зависимость температуры горения от количества восстановителя и времени предварительной МА шихты.



1 – без МА 2 – 3 мин МА, 3 – 5 мин МА

Рис. 1 – Зависимость температуры от содержания магния и времени МА системы $ZrSiO_4 - Mg - B_2O_3$

В результате исследований установлено оптимальное количество магния, алюминия 25-30 масс.% и время предварительной МА шихты 3-5 минут.

Методом РФА определяли фазовый состав продуктов СВС при начальной комнатной температуре (таблица 1) и в муфельной печи при $T_0=800^{\circ}C$ (таблица 2). Как видно из таблицы 1, в продуктах СВС присутствуют алюмомагниева шпинель, силицид циркония, диборид циркония. Применение предварительной МА шихты в течение 5 минут меняет лишь количественный состав продуктов. В таблице 2 представлены результаты экспериментов проведения СВ-синтеза в муфельной печи при $T_0=800^{\circ}C$. Использование предварительной МА шихты в течение 5 минут меняет качественный и количественный состав продуктов. Так, после предварительной МА шихты алюминий полностью окислился до оксида, кроме того наблюдается фаза нитрида алюминия, вероятно, алюминий прореагировал с азотом воздуха, количество боридов циркония увеличилось. Это можно объяснить влиянием МА в ходе которой удельная поверхность шихты возрастает за счет измельчения частиц порошков, образования трещин, накопления микроструктурных и поверхностных дефектов вследствие чего реакционная способность компонентов шихты увеличивается.

VIII Международный симпозиум
«Горение и плазмохимия»
Международная научно-техническая конференция
«Энергоэффективность-2015»

Таблица 1 – Продукты СВС системы $ZrSiO_4 + Al + B_2O_3$ (30 масс.% в руде)

Состав шихты	Время МА, мин	Продукты СВС, %					
		Al_2MgO_4	Al	Si	AlN	ZrSi ₂	ZrB ₂
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3$ (Al 25%)	-	73.2	4.5	3.0	2.6	1.1	15.9
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3$ (Al 25%)	5	72.4	4.1	3.1	2.5	0.9	16.6

Таблица 2 – Продукты СВС системы $ZrSiO_4 + Al + B_2O_3$ (30 масс.% в руде)

Состав шихты	Время МА, мин	Продукты СВС, %						
		Al_2MgO_4	Al	Si	AlN	ZrSi ₂	Al_2O_3	ZrB ₂
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3 + (Al\ 25\%)$	-	79.8	1.3	3.2	-	2.4	-	13.3
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3 + (Al\ 25\%)$	5	75.4	-	3.3	1.3	1.5	2.9	15.6

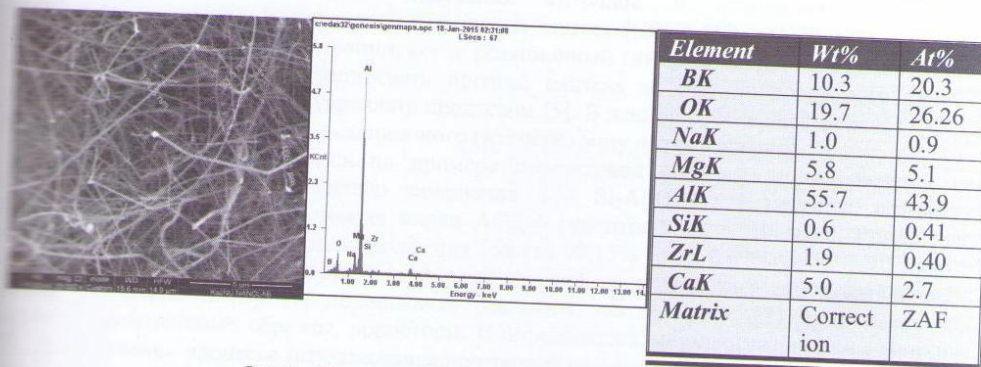


Рис. 2 – Микроструктура и элементный анализ (SEM) продуктов СВС системы $ZrSiO_4 + Mg + B_2O_3$ (боратовая руда)

Исследование микроструктуры составов с большим увеличением позволило выявить образование нитевидных кристаллов из оксида алюминия в матрице диборида циркония (рисунк 2).

Литература

1. Серебрякова Т.И., Неронов В.А., Пешев П.Д., Трефилов В.И. Высокотемпературные бориды. – М.: Металлургия, 1991. –367 с.
2. Mishra, S.K., Das S.K., Sherbacov V. Fabrication of Al_2O_3 -ZrB₂ in situ composite by SHS dynamic compaction: a novel approach, *Composit.Sci.Eng.A426* (2006), 229-234.
3. Raimkhanova D.S., Abdulkarimova R.G., Mansurov Z.A. Reseach of Nanostructure Formation During SHS of Boride Containing Composite Materials // *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*. - 2014. Vol.2. - P.66-69.

VIII Международный симпозиум
«Горение и плазмохимия»
Международная научно-техническая конференция
«Энергоэффективность-2015»

4. Дияров М.Д., Каличева Д.А., Мещеряков С.В. Природные богатства Индера и их использование. - Алма-Ата: Наука, 1981.-102 с.

Abstract

The aim of this investigation is self propagating high temperature synthesis (SHS) of composition materials with a wide range of phase composition using borate ore of Inder deposit of RK.