N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224-5286
Volume 3, Number 411 (2015), 40 – 44

SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF MAGNESIUM DIBORIDE IN HIGH TEMPERATURE CENTRIFUGE

S. Tolendiuly*[1], A. N. Baideldinova[2], R. G. Abdulkarimova[2], G. I. Ksandopulo[2], K. S. Martirosyan[3], S. M. Fomenko[2], A. M. Akimkhan[1]

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan,
[3]University of Texas at Brownsville, 78520, Brownsville, the USA.
E-mail: *[1]sanat_tolendiuly@mail.ru

Key words: synthesis, superconductor, centrifuge, combustion, pressure.

Abstract. Wide opportunities SHS and its well-known advantages open all new perspectives and new synthesis of materials with unique properties. In 2001, Japanese scientists have discovered superconductivity in magnesium diboride. High interest in magnesium diboride superconductors is due to their potential for using in cry electronic devices at liquid hydrogen. In this paper we are investigated the possibility of obtaining of composite materials based on magnesium diboride by SHS with the centrifugal acceleration in the high centrifuge. The results of the synthesis of magnesium diboride samples by SHS from powders of magnesium and boron in the high centrifuge are presented. The raw materials for the synthesis of magnesium diboride were amorphous boron B94 mark A (20 mm) and magnesium powder mark MTF-1 (250mkm). The speed of rotation in the centrifuge samples ranged from 2000 to 2500 rpm. For ignition of the system and initiating synthesis are used a mixture of metallic aluminum, copper oxide and alumina as ballast. In a result of investigations were selecting optimal conditions for the synthesis of magnesium diboride. The composition the initial mixture and the mode of SHS in the high centrifuge were determined. Established that the rate of rotation of the initiator and composition affect the synthesis mixture of magnesium diboride. X-ray diffraction analysis of the synthesized MgB2 tablets were showed that magnesium diboride had contained till 69.2% in the final product and the main impurity phase was MgO. In addition, there were traces of inclusion MgB_4, SiO_2 and $CuMg_2$. Based on these results, we can conclude that SHS of magnesium diboride is possible in a high temperature centrifuge under the influence of centrifugal forces. Therefore, further investigation of the conditions of synthesis of magnesium diboride (influence of centrifugal acceleration, pressing pressure of the initial samples, solid phase method of initiating combustion) on increasing the yield of the final product is very promising.

УДК 541.128.127

САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ ДИБОРИДА МАГНИЯ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЦЕНТРИФУГЕ

С. Төлендіұлы*[1], А.Н. Байдельдинова[2], Р.Г. Абдулкаримова[2], Г.И. Ксандопуло[2], К.С. Мартиросян[3], С.М. Фоменко[2], А.М. Акимхан[1]

[1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
[2]Институт проблем горения, Алматы, Казахстан,
[3]Университет Техас в Браунсвилле, 78520, Браунсвилль, США

Ключевые слова: синтез, горение, центрифуга, давление, сверхпроводник.

Аннотация. Широкие возможности СВС и его известные преимущества открывают все новые и новые перспективы синтеза материалов с уникальными свойствами. В 2001 году японскими учеными было открыто сверхпроводимость диборида магния. Высокий интерес к сверхпроводнику на основе диборида магния обус-

ловлен их практическим потенциалом для использования в криоэлектронных устройствах при температуре жидкого водорода. В данной работе исследована возможность получения композиционных материалов на основе диборида магния методом СВС при воздействий центробежного ускорения в высокотемпературной центрифуге. Представлены результаты синтеза образцов диборида магния методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из порошков магния и бора в высокотемпературной центрифуге. Сырьем для синтеза диборида магния служили порошок аморфного бора В94 марки А (20 мкм) и порошок магния марки МПФ-1 (250 мкм). Скорость вращения образцов в центрифуге варьировалась от 2000 до 2500 оборотов в минуту. Для воспламенения данной системы и прохождения синтеза использовалась инициирующая смесь из металлического алюминия, оксида меди, а также оксид алюминия в качестве балласта. В результате исследований подобраны оптимальные условия синтеза диборида магния. Определен состав исходной смеси и режим проведения СВС в высокотемпературной центрифуге. Установлено, что скорость вращения и состав инициирующей смеси влияют на синтез диборида магния. Рентгенофазовый анализ синтезированных таблеток MgB_2 показал, что диборид магния в конечном продукте содержится в пределах 69,2%, и основной примесной фазой является MgO. Кроме того, наблюдаются следы включения MgB_4, SiO_2 и $CuMg_2$. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что СВС диборида магния возможен в высокотемпературной центрифуге в условиях воздействия центробежных сил. В связи с этим дальнейшие исследования условий проведения синтеза диборида магния (влияния центробежных ускорений, давления прессования исходных образцов, способа инициирования твердофазного горения) на увеличение выхода конечного продукта является весьма перспективным.

Открытие в 2001 г. японскими учеными [1-10] сверхпроводимости диборида магния MgB_2 произошло спустя полвека после того, как само соединение было синтезировано. Интерес к сверхпроводящим [11-17] массивным материалам на основе MgB_2 обусловлен их высоким практическим потенциалом для использования в криоэлектронных устройствах при температуре жидкого водорода, в частности для создания электромоторов, крионасосов, транспорта на магнитной подвеске, магнитных подшипников, ограничителей тока, сильных магнитных полей и т.п. На сегодняшний день существует очень много способов синтеза данного материала, таких как взрывной синтез, синтез под давлением, СВД и т.д. И одним из перспективных способов синтеза диборида магния является самораспростроняющийся высокотемпературный синтез в той или иной модификации. Например, в научной работе [18] был продемонстрирован способ получение объемных образцов диборида магния в среде аргона методом СВС. СВС - это разновидность горения, происходящего путем перемещения волны экзотермической химической реакции по смеси реагентов с образованием твердых конечных продуктов. В практическом отношении СВС, открытый в 1969 г. А. Г. Мержановым с сотрудниками [19], используется в настоящее время как метод получения различных веществ и материалов.

Методика проведения СВС заключается в приготовлении исходной смеси порошковых реагентов, формировании компактной прессовки или размещении сыпучего материала в огнеупорном реакторе с последующим поджигом - инициированием волны горения путем подачи теплового импульса. Воздействие центробежного ускорения, оказывает влияние на скорость перемещения расплава, температуру процесса и вязкость жидкой фазы, его величина наиболее сильно сказывается на формировании промежуточных и конечных продуктов синтеза, так как оно обеспечивает высокую степень вынужденной конверсии, рост температуры и скорости фронта волны горения [20]. Высокая скорость нарастания температуры в волне горения ведет к формированию неравновесной метастабильной структуры, изменению растворимости примесей и, вследствие действия этих факторов, к искажению кристаллической решетки. Рентгенофазовый анализ образцов проводили на дифрактометре «ДРОН-4М» с использованием кобальтового Ка-излучения в интервале 2 = 10°–70°. Электронно-микроскопический анализ проводили на электронном просвечивающим микроскопе Jem -100CX; U-100kv.

На сегодняшний день в лаборатории проблем горения ИПГ активно проводятся эксперименты по синтезу новых материалов в режиме СВС в высокотемпературной центрифуге. С помощью данной установки можно создать следующие условия: высокую температуру реакций СВС (до 3000 К), высокую скорость вращения (до 15 тыс.об/мин). Высокотемпературная центрифуга (рисунок 1) состоит из трех основный частей: двигатель, вал с закрепленными на нем тремя реакторами, система инициирования горения в ходе вращения. В качестве реакторов используются кварцевые трубки диаметром 35 мм и длиной 130 мм, размещенные в металлических гильзах,