

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИТРИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ АЗИДНОГО СВС

А.М. Плеханов, Д.А. Майдан

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Нитрид кремния — керамический материал, обладающий рядом ценных свойств: высокой прочностью в широком диапазоне температур, твердостью, вязкостью разрушения, износостойкостью, радиационной стойкостью, химической стойкостью к расплавам металлов, коррозионной стойкостью, низким удельным весом, коэффициентом теплового расширения. Нитрид кремния нашел применение в металлургии, машиностроении, в химической, электронной, инструментальной промышленности, в ракетной технике [1–4].

Цель — исследовать возможность получения нановолокон нитрида кремния по азидной технологии СВС из систем «гексафторсиликат аммония — азид натрия — кремний» и «гексафторсиликат натрия — азид натрия — кремний».

Методы. Перед выполнением экспериментов был проведен термодинамический анализ горения смесей для получения нитрида кремния (рис. 1, 2).

На основании проведенных термодинамических расчетов можно сделать вывод о том, что все выбранные системы способны к самостоятельному горению, температуры горения и тепловой эффект реакции достаточны для образования нитрида кремния.

Результаты. Синтезированные продукты были исследованы с помощью рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA-138 и растрового электронного микроскопа Jeol JSM-6390A. Продукты реакции состоят из трех фаз: фторид натрия (NaF), α - и β -нитрид кремния (Si_3N_4). Для удаления побочного фторида натрия проводилась операция промывки в дистиллированной воде. В результате получался нитрид кремния высокой степени чистоты. При горении всех исследуемых систем нитрид кремния синтезируется в виде волокон диаметром 80–200 нм, который не зависит от количества энергетической добавки кремния в исходной смеси.

Выводы. Применение азидной технологии СВС позволило получить из исследуемых смесей нановолокна нитрида кремния диаметром 80–200 нм, высокой степени чистоты. Установлено, что увеличение содержания кремния в исходной смеси не приводит к значительному увеличению диаметра синтезируемых волокон нитрида кремния, поэтому оптимальной системой для получения нитрида кремния является « $14\text{Si} + 6\text{NaN}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ », в которой наблюдается наибольший выход целевого продукта.

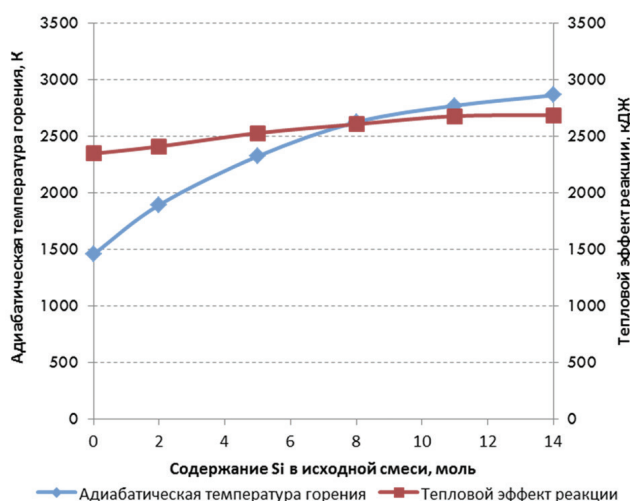


Рис. 1. Зависимость адiabатической температуры реакции и теплового эффекта реакции от содержания Si в системе « $\text{Si}-(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6-6\text{NaN}_3$ »

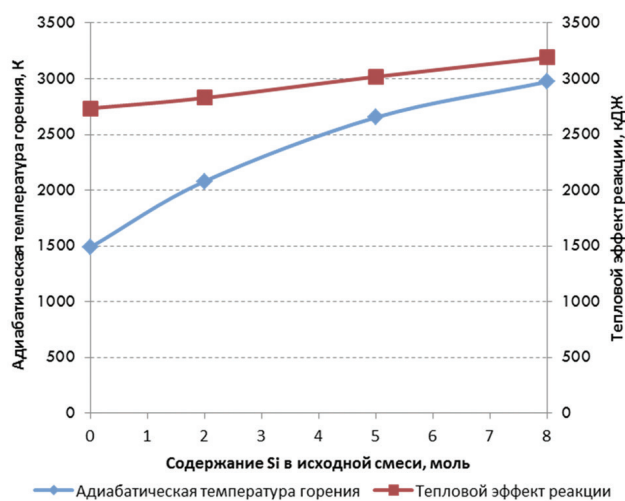


Рис. 2. Зависимость адiabатической температуры реакции и теплового эффекта реакции от содержания Si в системе « $\text{Si}-\text{Na}_2\text{SiF}_6-4\text{NaN}_3$ »

Ключевые слова: самораспространяющийся высокотемпературный синтез; СВС-Аз; нитрид кремния; нанопорошок.

Список литературы

1. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: учебное пособие. Москва: Машиностроение-1, 2007. 568 с.
2. Чухломина Л.Н., Максимов Ю.М., Верещагин В.И. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез композиционных нитридсодержащих керамических материалов. Новосибирск: Наука, 2012. 260 с.
3. Амосов А.П., Бичуров Г.В. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридов. Москва: Машиностроение-1, 2007. 526 с.
4. Bichurov G. The Use of Halides in SHS Azide Technology // Int J Self-Propagating High-Temp Synth. 2000. Vol. 9, No. 2. P. 247–268.

Сведения об авторах:

Азат Маратович Плеханов — студент, группа 6, факультет машиностроения, металлургии и транспорта; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: azatekst@gmail.com

Дмитрий Александрович Майдан — научный руководитель, доцент, кандидат технических наук, доцент; кафедра «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: mtm.samgtu@mail.ru