

Исследование возможности использования меламина для получения высокодисперсной керамической композиции Si_3N_4 -TiC по методике СВС с применением галоидных солей

А.М. Плеханов, Д.А. Майдан

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. На сегодняшний день Si_3N_4 является основным керамическим материалом из-за высокой износостойкости при повышенных температурах, прочности, твердости, он получил широкое применение в различных областях промышленности. Однако изделия из нитрида кремния обладают высокой стоимостью, обусловленной трудностью его обработки резанием. Проблема заключается в том, что данная керамика обладает высокими диэлектрическими свойствами, и применение более дешевого, в сравнении с механической обработкой, метода электронной эрозии для формирования деталей и изделий невозможно [1, 2]. Композиция Si_3N_4 -TiC, имея схожие характеристики, лишена данного недостатка и способна в большей мере заменить керамику из нитрида кремния. Однако ее получение существующими способами отличается высокой трудоемкостью, технической сложностью оборудования и длительностью процесса. Этих недостатков лишен метод высокотемпературного самораспространяющегося синтеза, что делает данную технологию наиболее перспективной для получения данной композиции [3, 4].

Цель — исследование возможности получения композиции Si_3N_4 -TiC методом СВС-Аз с использованием в качестве азотирующего реагента $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$, а также галоидной соли $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$.

Методы. Были составлены уравнения реакции, исходные реагенты которых можно представить в общем виде $15\text{Si}-3\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6-(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6-x\text{Ti}$, где параметр x , отвечающий за количество молей титана, варьировался от 0 до 9. Таким образом производился поиск реакции с наибольшим выходом карбидной фазы для обеспечения необходимой для электронной эрозии электропроводности. После чего был проведен термодинамический анализ систем, в котором были получены теоретические данные об адиабатической температуре горения и энтальпии реакций. В результате расчетов было установлено, что при увеличении количества молей титана в исходных компонентах количество выделяемой в процессе реакции энергии линейно возрастает. Подобная зависимость наблюдается и для адиабатической температуры. При проведении экспериментов контролировалась температура реакции с помощью вольфрам-рениевых термопар (рис. 1), а также скорость горения реакции (рис. 2).

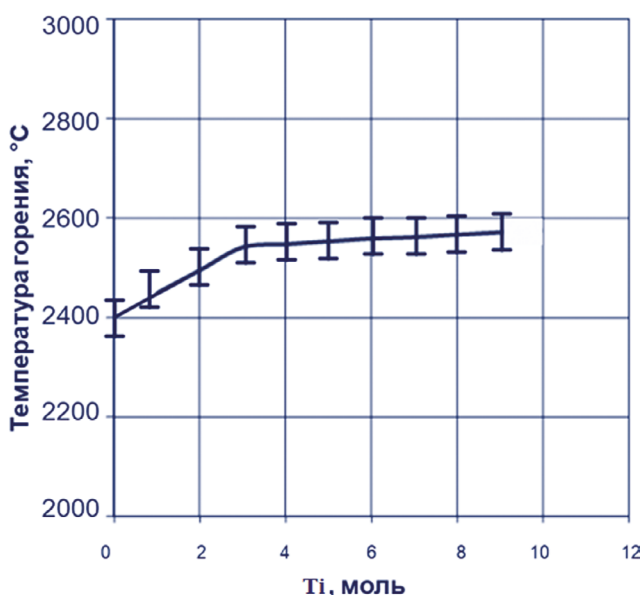


Рис. 1. График температуры горения в зависимости от количества молей титана в исходных реагентах

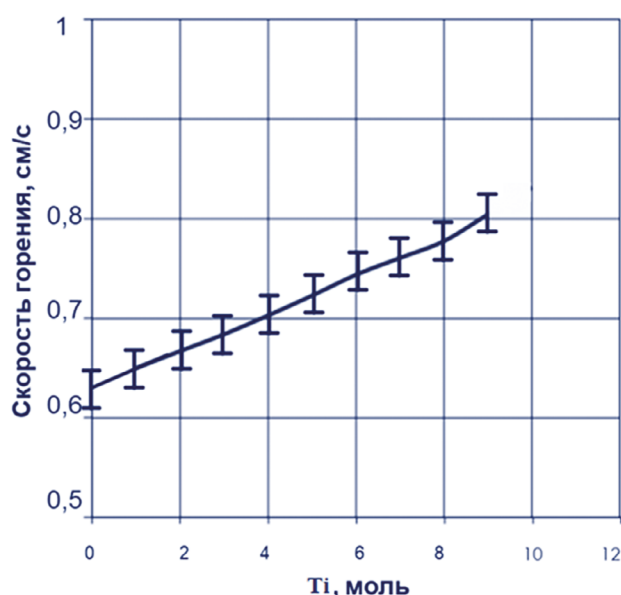


Рис. 2. График скорости горения реакции в зависимости от количества молей титана в исходных реагентах

Результаты. Полученные в результате экспериментов продукты реакции были исследованы на рентгеновском дифрактометре ARL X'TRA-138 и растровом электронном микроскопе Jeol JSM-6390A. После операции промывки в дистиллированной воде, применяемой для удаления побочного продукта в виде фторида натрия (NaF), фазовый состав полученных продуктов отличается от целевого и состоит из α - и β -нитрида кремния (Si_3N_4), нитрида титана (TiN), карбида кремния (SiC). Морфология полученной композиции состоит преимущественно из частиц волокнистой и сферической формы, размеры которых варьируются в пределах 300–90 нм.

Выводы. Полученная методом азидного СВС композиция отличается от целевой вопреки теоретическим расчетам. Вместо целевого продукта в виде Si_3N_4 -TiC была получена высокодисперсная смесь Si_3N_4 -TiN-SiC. Однако стоит отметить отсутствие примеси непрореагировавшего кремния, что является заметным достижением.

Ключевые слова: СВС; нитридно-карбидная композиция; самораспространяющийся высокотемпературный синтез; галоидная соль; азид натрия.

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. EDN: OWGPCL
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. EDN: UBWCJP
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 1-ФММТ-106М, 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