

ПОЛУЧЕНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, НА ОСНОВЕ TiB и NiAl, В РЕЖИМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ

Семененко Т.М., Губин И.А., Исаченко Д.С.

Научный руководитель: Исаченко Д.С., доцент

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

E-mail: takhirsemenenko@gmail.com

Цель данной работы, экспериментально определить условия, обеспечивающие получение материалов в режиме технологического горения, методом СВС, с использованием TiB и NiAl. В качестве регулирования процесса использовался метод предварительного прессования вещества, в виде тонкодисперсных порошков, и регулирования концентрации ключевых элементов смеси.

Материалы на основе TiB относятся к наиболее перспективным материалам, которые обладают высокой твердостью, жаропрочностью, износостойкостью, стойкостью к действию расплавленных металлов, высокой электро- и теплопроводностью в сочетании с низким удельным весом. Сплавы TiB+NiAl являются очень стойкими к окислению и жаропрочными, что в свою очередь определило их использование в авиации и автомобилестроении в качестве конструкционных материалов. Биологическая безвредность титана делает его превосходным материалом для пищевой промышленности и восстановительной хирургии.

Способы получения сплавов TiB+NiAl различны. К одному из видов получения относят самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). В общем виде СВС осуществляют следующим образом. Из смеси порошков металлов и неметаллов прессуют исходную заготовку. Кратковременным тепловым импульсом локально инициируют реакцию синтеза целевого продукта. Взаимодействие реагентов протекает преимущественно в конденсированной фазе в тонком слое, разделяющем исходную смесь и конечный продукт. После инициирования зона реакции самопроизвольно распространяется по образцу в режиме горения.[1]

Весьма перспективным является проведение СВС-процессов в экзотермических органических системах (как порошковых, так и жидкофазных). В них СВС протекает при не очень высоких температурах (100-300°C) и с более низкими скоростями, что позволяет более детально исследовать механизм СВС с использованием таких типичных для органической химии методов, как ЭПР, ЯМР и др. Для жидких систем появляется реальная возможность исследовать влияние возникающих свободно-конвективных течений на автоволновой процесс. Представляются перспективными (но пока совсем

не проанализированы) и технологические приложения.[2]

Особый интерес представляют работы по синтезу наноматериалов. Наноматериалы занимают важное место в индустрии наносистем, включающей также электронные и энергетические наноустройства, каталитические, биологические и другие наносистемы, производством и использованием которых в целом занимается такая принципиально новая научно-техническая отрасль, как нанотехнология.

Однако в целях развития данного направления необходимо создать устройства, позволяющие осуществлять медленное охлаждение продукта для того, чтобы иметь возможность работать в лабораторных условиях. Необходимо создать квазиadiaбатической СВС-реактор с большим временем тепловой релаксации. Монокристаллы СВС-продуктов представляют как чисто научный интерес с точки зрения теории строения вещества, так и практический интерес, например, в абразивной технике.[1]

Большой интерес представляет создание так называемых неравновесных материалов – таких материалов, которые приходят в равновесное состояние в процессе их эксплуатации. Простейшая задача-пример – создание наплавочного электрода на основе СВС-продукта неполного превращения. Дореагирование электрода в процессе наплавки с выделением тепла повышает температуру наплавки, что позволяет уменьшить энергоемкость процесса.

В данной работе рассматривались следующие интерметаллиды: механоактивированная смесь бориды титана с 10% алюминиды никеля; смесь механоактивированной бориды титана с 10% алюминиды никеля; смесь бориды титана с 5% алюминиды никеля;

Технология получения образцов осуществляется по следующим этапам:

1) Приготовление шихты. Компоненты смеси взвешиваются с точностью до десятой грамма, затем они перемешиваются в течение 40 минут в кубическом смесителе ERWEKA GMBH со скоростью вращения 400 об/мин.

2) Механоактивация. Предварительно измельченный образец вместе со стальными шариками помещается в планетарную мельницу АГО - 12, где измельчается в течение 15 минут. Частота вращения мельницы 12 Гц.

3) Прессование. Подготовленная шихта загружается в гидравлический пресс, где

выдерживается в течение 10 минут под давлением от 2 до 6 МПа с интервалом 1 МПа.

4) Синтез подготовленной шихты. Спрессованный образец помещается в СВС-реактор, для обеспечения локального нагрева, к таблетке прикладывается вольфрамовая нить, на которую подаются ток, тем самым нагревая исследуемый образец до температуры инициирования реакции СВС. Реакция реализовывалась в техническом вакууме. Образец нагревался равномерно по всему объему до температуры инициирования.

5) Рентгенофазовый анализ полученных образцов.

В результате исследовательской работы с помощью технологии СВС были исследованы зависимости:

1) Плотности образца от давления (от 2 до 6 МПа, $t = 10$ мин).

2) Температуры инициирования от плотности образца.

Графики зависимости плотности от давления и температуры инициирования представлены на рисунках 1 и 2.

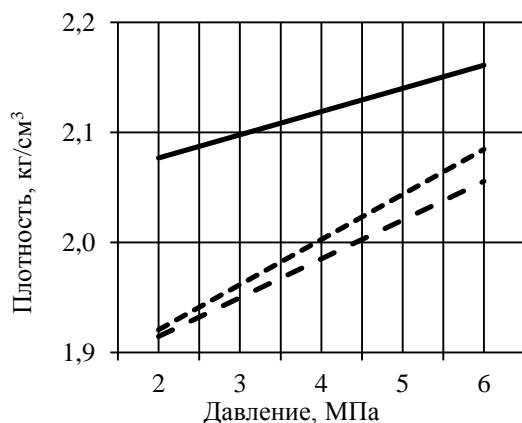


Рисунок 1. Зависимость плотности от давления прессования образца;
(—) — (TiB+10%NiAl) м/а;
(- - -) — (TiB) м/а+10%NiAl;
(- · -) — TiB+5%NiAl

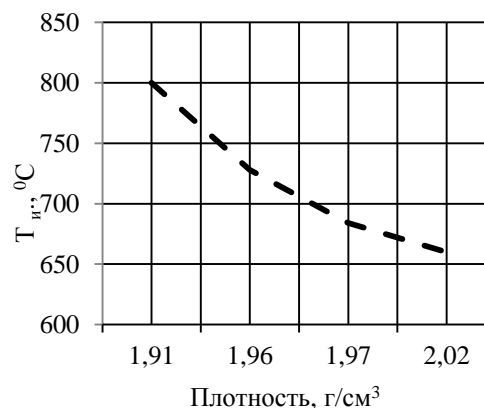


Рисунок 2. Зависимость температуры инициирования от плотности TiB+5%NiAl

Исследования по зависимости плотности шихты, связанной с давлением прессования, показали значительный вклад последнего в плотность шихты и позволили связать давление прессования с плотностью. Таким образом, на стадии подготовки исходной шихты можно определить плотность.

На следующем этапе проводились исследования по зависимости температуры инициирования от плотности. Из рисунка 2 видно, что с увеличением плотности шихты температура инициирования снижается. Это вызвано тем, что частицы более плотно прилегают друг к другу, тем самым увеличивая эффект взаимодействия. Данный факт положительно сказывается как на энергозатратах, так и на реакции синтеза, которая при больших плотностях протекает с большим энерговыделением и устойчивым фронтом горения.

Таким образом, в настоящей работе исследованы возможности получения системы TiB+NiAl со способами управления реакцией синтеза на начальной стадии подготовки, а именно при воздействии на исходные порошки и шихту.

Список используемых источников

- Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: Учеб. пособие. / Под научной редакцией В.Н. Анциферова. — М.: Машиностроение-1, 2007.
- Ulrich Schubert, Nicola Hüsing. Synthesis of Inorganic Materials. 413 p. 2001. Pu.Wiley-VCH.