

ПОЛУЧЕНИЕ ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА В РЕЖИМЕ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
198013, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26

Развитие науки и техники в области энергетики, космической и ракетной техники, металлургии, станкостроительной и инструментальной промышленности всё больше требует создания высокопроизводительных машин и деталей из тугоплавких неорганических соединений: карбидов, боридов и нитридов титана.

В работе исследовалась возможность синтеза тугоплавких соединений из смесей титана (гидрида титана) и азиды натрия с сажей, аморфным бором, карбидом бора, нитридом бора. Использование гидрида титана в качестве сырья для синтеза тугоплавких соединений может помочь решить проблему утилизации отходов титанового производства — титановой стружки по схеме: гидрирование титановой стружки, измельчение полученного гидрида титана, проведение самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Решались следующие задачи:

1. Термодинамический анализ возможных реакций для синтеза тугоплавких соединений титана, на основании которого производился отбор смесей для экспериментального исследования.
2. Определение пределов горючести и проведение СВС в выбранных системах.
3. Анализ продуктов синтеза.

В качестве критерия отбора композиций, в которых теоретически возможно осуществление синтеза горением, использовались расчетные значения удельной теплоты сгорания q и адиабатической температуры горения T . Считалось, что при значениях $q < 1500$ кДж/кг и $T < 2000$ К синтез в режиме СВС происходить не может [1, 2].

В результате анализа термодинамических расчетов для дальнейших экспериментальных исследований были отобраны композиции на основе смесей титана (гидрида титана) с азидом натрия (табл.).

В данных системах экспериментально определены пределы горючести и осуществлен синтез горением тугоплавких соединений титана. Установлено, что СВС возможен в системах: $\text{Ti}(\text{TiH}_2) + \text{NaN}_3$, $\text{Ti} + \text{NaN}_3 + \text{B}$, $\text{Ti} + \text{NaN}_3 + \text{B}_4\text{C}$, $\text{Ti} + \text{NaN}_3 + \text{C}$.

В системах $\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{C}$, $\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{B}$, $\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{B}_4\text{C}$, $\text{Ti}(\text{TiH}_2)+\text{NaN}_3+\text{BN}$ горение в нужном диапазоне соотношения компонентов СВС не реализуется.

Таблица

Расчетные характеристики горения смесей

Система	Адиабатическая температура горения, К	Удельная теплота сгорания, кДж/кг
$\text{Ti}+\text{NaN}_3$	3150	4550
$\text{TiH}_2+\text{NaN}_3$	2130	3130
$\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}$	2500	5500
$\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{B}$	2500	5500
$\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{C}$	3000	3500
$\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{C}$	1500	3000
$\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}_4\text{C}$	2500	5500
$\text{TiH}_2+\text{NaN}_3+\text{B}_4\text{C}$	2000	5000

Химический состав порошков, полученных при горении, определен по результатам рентгенофазового анализа на установке ДРОН – 1.

Наибольший выход нитрида титана наблюдается при содержании титана (гидрида титана) в смеси $\text{Ti}(\text{TiH})+\text{NaN}_3$, равном 70...80%.

Анализ продуктов сгорания систем $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}$, $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}_4\text{C}$, $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{C}$ выявил наличие не только целевых продуктов (нитридов, карбидов, боридов титана), но и присутствие оксидных форм титана. Очевидно, СВС в данных системах следует проводить при отсутствии влияния кислорода воздуха: при вакуумировании или в инертной среде.

В результате работы установлено, что синтез горением соединений титана с азотом возможен в системах $\text{Ti}(\text{TiH}_2)+\text{NaN}_3$. Для получения в режиме СВС нитридов, карбидов и боридов титана могут быть использованы системы $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{C}$, $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}$, $\text{Ti}+\text{NaN}_3+\text{B}_4\text{C}$.

Синтез в системе $\text{TiH}_2+\text{NaN}_3$ дает возможность перерабатывать отходы титанового производства (титановую стружку) в тугоплавкие продукты.

Литература

1. Левашев Е. А., Рогачев А. С., Юхвид В. И., Боровинская И. П. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. — М.: Изд-во БИНОМ, 1999. — 176 с.
2. Химия синтеза сжиганием/Ред. М. Коидзуми. Пер. с японск. — М.: Мир, 1998. — 247 с.