

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ КАРБОСИЛИЦИДА ТИТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МЕХАНОАКТИВАЦИИ И ПЛАЗМЕННО-ИСКРОВОГО СПЕКАНИЯ

Каченюк М.Н., Сметкин А.А.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Комсомольский пр. 29, г.Пермь, 614990, Россия, solid@pm.pstu.ac.ru

Получение порошковой композиции для последующего формирования карбосилицида титана является актуальной задачей, поскольку тернарное соединение получить из элементарных порошков крайне сложно.

Большинство исследователей, используя различные методы механоактивации и консолидации, синтезируют однофазный карбосилицид титана из различных исходных порошковых смесей, например, $TiH_2/Si/C$, $Ti/Si/C$, $Ti/SiC/C$, $Ti/Si/TiC$ и TiC/Si .

Для получения экспериментальных образцов композиционных порошков мы использовали следующие исходные материалы: порошок титана ТПП-7 фракции менее 375 мкм, технический порошок карбида кремния фракции менее 10 мкм, порошок графита С-1. Механоактивацию порошковой смеси $Ti/SiC/C$ в молярном соотношении 3:1,25:0,75 выполняли в планетарной мельнице САНД. Удельная поверхность исходной смеси невелика (около $2 \text{ м}^2/\text{г}$), на начальном этапе механоактивации происходит измельчение компонентов и удельная поверхность увеличивается до $10 - 12 \text{ м}^2/\text{г}$. Затем, в процессе образования конгломератов и композиционных частиц, происходит снижение удельной поверхности. При определённых условиях обработки (частота вращения более 280 мин^{-1} , продолжительность более 2 ч), в смеси происходят твердофазные реакции, приводящие к образованию карбида титана и карбосилицида титана. Это снижает поверхностную энергию и общую энергию системы, что отражается в уменьшении удельной поверхности до $1,5 - 5 \text{ м}^2/\text{г}$.

Различные режимы механоактивации порошковой смеси $3Ti+1,25SiC+0,75C$ (мол.%) показали, что в процессе обработки формируются композиционные частицы, содержащие химические элементы тернарных соединений $Ti-Si-C$. Согласно результатам РФА композиция соответствует составу $Ti_3SiC_2-Ti_xC-TiSi$, причем линии чистого титана и углерода отсутствуют.

Плазменно-искровое спекание (SPS) механоактивированных порошковых композиций проводилось на установке Dr. Sinter SPS-1050b в графитовой пресс-форме при температурах $1200 - 1300 \text{ }^\circ\text{C}$, давлении 30 МПа, изотермической выдержке 1, 5 и 25 мин. Средняя скорость нагрева составляла $80 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Наличие фазы Ti_3SiC_2 экспериментально подтверждено у всех образцов после указанных выше SPS-режимов. У образцов, полученных при температуре 1200°C прослеживается неоднородная, достаточно пористая структура, с вкраплениями зерен SiC. Зерна карбида кремния присутствуют и в структуре образца $1300^\circ\text{C}/1\text{мин.}$, однако в существенно меньшем количестве. Наблюдать зерна Ti_3SiC_2 без предварительного травления поверхности в режиме вторичных электронов можно у образцов, полученных при температуре 1300°C и выше. Установлено наличие фазы системы $Ti-Si$ у образца $1400^\circ\text{C}/25\text{мин.}$ Типичная структура полученных экспериментальных образцов консолидированного композиционного материала представлена на рис. 1.

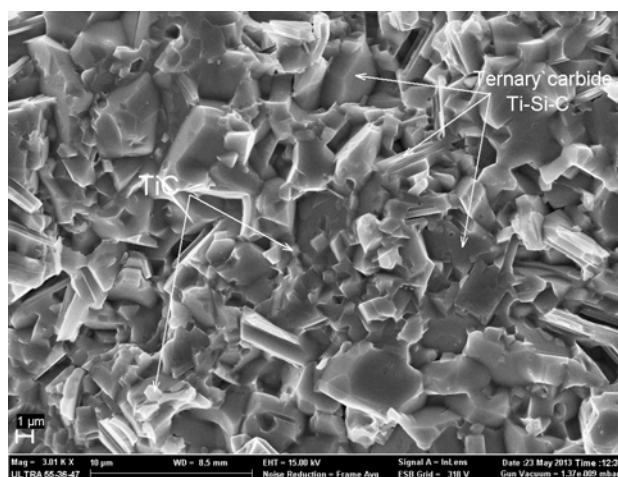


Рис. 1 СЭМ-изображение излома образца композиционного материала на основе Ti_3SiC_2 (SPS $1300^\circ\text{C}/30\text{МПа}/25\text{мин}$) $3000\times$