

## Влияние формы углерода на формирование МАХ-фазы $Ti_3SiC_2$ методом СВС

Ларионова Н.С.<sup>1</sup>, Никонова Р.М.<sup>1</sup>

nastasya2601@mail.ru

<sup>1</sup> Научный центр металлургической физики и материаловедения УдмФИЦ УрО РАН, Ижевск, Россия

Карбосилицид титана  $Ti_3SiC_2$  является типичным представителем соединений семейства МАХ-фаз (фазы  $M_{n+1}AX_n$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ ; М - переходный d-металл; А - р-элемент; X - углерод), которые представляют собой тройные карбиды и нитриды d- и р-элементов и характеризуются уникальным сочетанием свойств металлов и керамики. Актуальным направлением исследований является улучшение свойств материалов на основе  $Ti_3SiC_2$  путем введения различных добавок ( $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $TiB_2$ , Al) или использования с этой целью сформировавшихся вторичных фаз (например, TiC, SiC). В качестве модифицирующих добавок рассматриваются также наноструктурные формы углерода. Для получения МАХ-фаз разного состава эффективно используется самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).

В настоящей работе проведены исследования влияния различных форм углерода на формирование МАХ-фазы  $Ti_3SiC_2$  при СВС. Для приготовления исходных шихтовых заготовок использовали смесь порошков титана марки ПТМ-1 (99%), кремния марки Кр-00 (99%) и углерода. В качестве последнего использовали сажу (П803), графеновые нанопластины (RG-S1), многослойные углеродные нанотрубки (производитель УНМ "Таунит", ТГТУ, г. Тамбов) и фуллерит C60/70 (получен в НИЦ МФМ УдмФИЦ УрО РАН методом электродугового испарения графитовых стержней). Реакцию СВС проводили в кварцевой колбе в условиях проточного аргона. Волну послыонного горения реакционной смеси инициировали раскаленной вольфрамовой спиралью.

Методами рентгеноструктурного анализа и растровой электронной микроскопии изучен фазовый состав образцов и их морфология. Полученные материалы представляют собой композит:  $Ti_3SiC_2/TiC$  - при использовании сажи, графена и  $C_{60/70}$ ;  $Ti_3SiC_2/TiC/Ti_5Si_3C_x/C$  - при использовании УНТ. Количественное содержание МАХ-фазы  $Ti_3SiC_2$  определяется структурой используемых углеродных материалов и их температурной стабильностью (рис.1). На основе анализа температурных профилей волны горения выявлены закономерности формирования структурно-фазового состава в сравниваемых системах. Определены температуры горения. Исследовано влияние последующего нагрева на фазовый состав образцов.

Работа выполнена в рамках госзадания (№ 1022040701106-8-2.5.1;2.5.3;2.5.4).

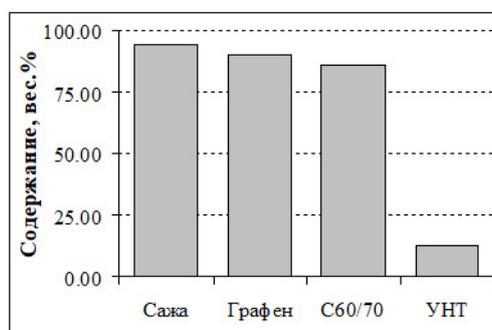


Рис.1. Количественное содержание  $Ti_3SiC_2$  в образцах в зависимости от используемой формы углерода.