

ВЛИЯНИЕ СПУТНОГО ПОТОКА ГАЗА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ КАРБИДА ТИТАНА С НИКЕЛЕВОЙ СВЯЗКОЙ

Р.А. Кочетков^{1*}, Б.С. Сеплярский¹, Т.Г. Лисина¹, Н.И. Абзалов²

1 Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, Черноголовка, Россия

2 Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

*numenor@ism.ac.ru

В работе проведено исследование закономерностей синтеза карбида титана с никелевой связкой из порошковой и гранулированной шихты с использованием титана разных марок (ПТМ и ПТМ-1) в спутном потоке инертного и активного газа. В более ранних работах, посвященных исследованию закономерностей горения гранулированных смесей Ti-C, было показано, что после синтеза гранулы сохраняют свои размеры и не спекаются друг с другом [1]. Поэтому можно ожидать, что использование гранулированной шихты вместо порошковой для синтеза карбида титана с металлической связкой позволит получить не спек, а гранулы размерами порядка 1мм, размол которых до порошкообразного состояния окажется менее энергозатратным.

Используемые в данной работе исходные вещества и их краткие характеристики приведены в таблице.

Таблица. Применяемые вещества и реагенты.

	марка	Размеры частиц	
		до 50% масс.	до 90% масс.
Титан	ПТМ	<61мкм	<107мкм
Титан	ПТМ-1	<105мкм	<169мкм
Сажа	П-803	<2,5мкм	<4мкм
Никель		<100мкм	<150мкм
Поливинилбутираль			
Спирт этиловый технический 95%			

Микрофотографии порошков титана разных марок представлены на рис. 1.

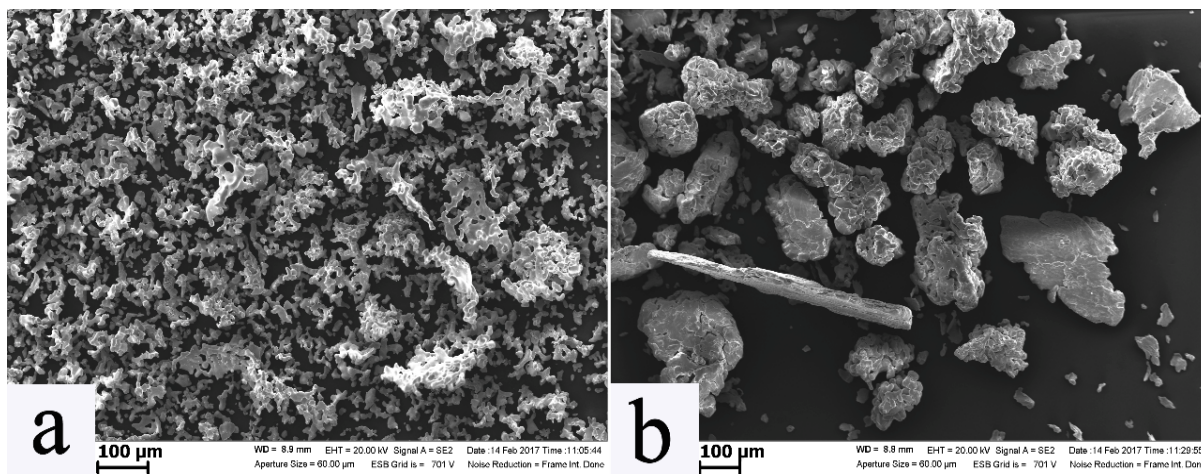


Рис. 1. Микрофотографии порошков титана марки ПТМ (а) и ПТМ-1 (б).

Эксперименты показали, что горение смесей $Ti+C+25\%Ni$ происходит по-разному в зависимости от удельной поверхности и морфологии частиц титана. Для титана марки ПТМ процесс идет с длительным послесвечением вслед за прохождением фронта горения, так, как и для прессованных образцов [2], фазовый состав продукта (TiC , Ni) соответствует термодинамическим расчетам (см. рис.2). Для объяснения особенностей синтеза был предложен двухстадийный механизм взаимодействия системы $Ti+C+25\%Ni$. При горении смеси на основе титана марки ПТМ-1 послесвечение отсутствует, а фазовый состав продукта включает интерметаллиды (см.рис. 2).

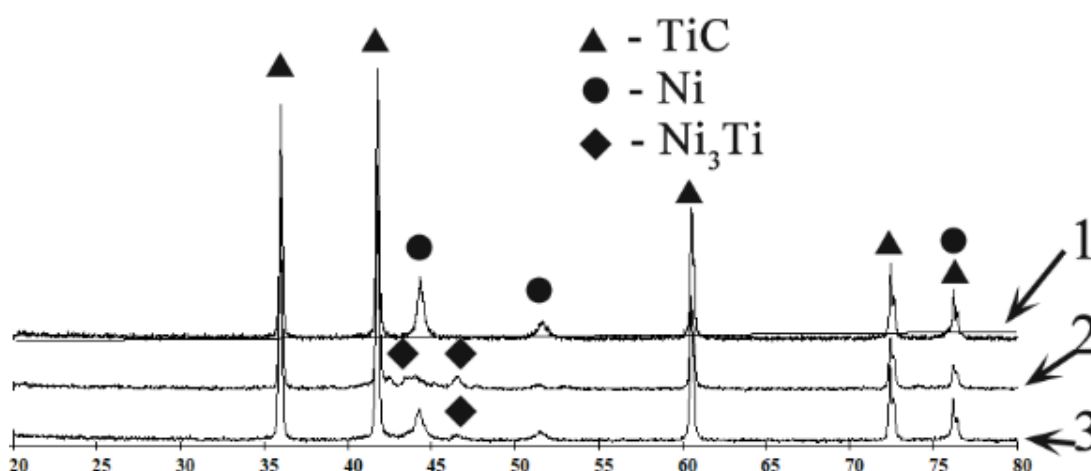


Рис. 2. Результаты рентгенофазового анализа продуктов горения гранулированной смеси $Ti+C+25\%Ni$ без потока газа на основе титана марки ПТМ (1), марки ПТМ-1 (2) и смеси титанов марки ПТМ-1 и ПТМ в равных долях (3).

Для проверки предположения о том, что замена части титана марки ПТМ-1 может привести к снижению содержания интерметаллидов в продуктах, были проведены эксперименты по сжиганию порошковых и гранулированных смесей Ti+C+25%Ni, в которых 50% титана марки ПТМ-1 заменены на титан марки ПТМ. Исследования показали, что для этой смеси процесс горения идет с послесвечением. Скорость горения такой гранулированной смеси (титан ПТМ/ПТМ-1) 20 мм/с была промежуточной между скоростями горения составов с титанами отдельных марок (27 мм/с для смеси с титаном марки ПТМ и 11 мм/с – с титаном марки ПТМ-1). Рентгенофазовый анализ показал наличие интерметаллидов в продуктах, но в меньшем количестве, чем для смеси на основе титана марки ПТМ-1 (см.рис.2).

Для гранулированных смесей на основе титана марки ПТМ-1 и смеси титанов ПТМ/ПТМ-1 был получен неожиданный и важный результат. Оказалось, что проведение синтеза в потоке азота позволяет изменить фазовый состав продуктов горения: по данным РФА исчезли интерметаллиды и состав стал идентичен продуктам, полученным из титана марки ПТМ! Следует отметить, что продукт синтеза в потоке азота представлял собой пористый непрочный образец из слабо спеченных гранул, которые легче поддавались измельчению, нежели продукты горения без продува газом или в потоке аргона, что имеет важное практическое значение для получения порошков карбида титана с никелевой связкой.

Список использованной литературы.

1. Seplyarskii B. S., Kochetkov R. A., Vadchenko S. G. Burning of the Ti + xC ($1 > x > 0.5$) powder and granulated mixtures. Combustion, Explosion and Shock Waves, 2016, Vol. 52, Issue 6, pp. 665-672. DOI: 10.1134/S001050821606006X
2. Rogachev A. S., Shkiro V. M., Chausskaya I. D., Shvetsov M. V. Gasless combustion in the system titanium-carbon-nickel. Combustion, Explosion and Shock Waves, 1988, Vol. 24, Issue 6, pp. 720-726. DOI: 10.1007/BF00740417