

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ПОЛУЧЕННЫЕ СЖИГАНИЕМ СМЕСЕЙ ТI-C**

М.Г. Криницын

Научный руководитель: профессор, д.ф-м.н. М.И. Лернер
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: krinmax@gmail.com

POWDER COMPOSITE MATERIALS OBTAINED BY COMBUSTION OF TI-C MIXTURES

M.G. Krinitsyn

Scientific Supervisor: Prof., Dr. M.I. Lerner
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: krinmax@gmail.com

***Abstract.** Self-propagating high temperature synthesis (SHS) products in the reaction mixture of titanium powder and carbon black containing an excess of titanium in order to obtain products of the synthesis of composite powders "titanium carbide - titanium" was investigated.*

Композиционные материалы и покрытия со структурой из дисперсных твердых частиц, заключенных в металлическую матрицу (связку), обладают уникальным сочетанием твердости, прочности, пластичности и износостойкости при абразивном износе и в контактных парах. Характерным примером таких материалов являются инструментальные твердые сплавы, получаемые спеканием порошковых смесей из дисперсных карбидов и металлической связки. Хорошо известно, что физико-механические и триботехнические свойства композиционных материалов и покрытий помимо свойств дисперсных включений и металлической связки во многом определяются структурой (объемная доля, дисперсность и морфология упрочняющей фазы).

Известно, что титан и его сплавы обладают низкой износостойкостью из-за склонности к схватыванию в контактных парах практически со всеми металлическими материалами [1]. Для повышения износостойкости деталей, подвергающихся интенсивному износу, широко применяются покрытия, наносимые на изнашиваемые поверхности наплавкой или напылением. Для получения «толстых» износостойких покрытий на титан и его сплавы используется порошковая наплавка, причем состав порошковой присадки подбирают таким образом, чтобы получить композиционное покрытие, имеющее структуру матричного композита с дисперсными включениями частиц тугоплавких соединений (карбидов, боридов, силицидов) в титановой матрице. Наибольший интерес в качестве твердой и тугоплавкой упрочняющей фазы в металломатричных композитах на основе титана представляет карбид титана. Для наплавки композиционных покрытий «TiC-Ti» обычно используются механические смеси порошков титана, карбида титана и графита в различных сочетаниях [2-5].

На рис. 1 приведены рентгенограммы с порошков, синтезированных в аргоне и на воздухе, а в таблицах 1 и 2 – результаты расшифровки рентгенограмм. Рентгенофазовый анализ показал, что

фактическое содержание титановой связки, рассчитанное по сумме интенсивностей рентгеновских линий, во всех СВС продуктах значительно меньше значений, рассчитанных в предположении образования карбида титана эквиаомного состава (табл.1,2). Кроме этого было установлено, что во всех случаях параметр решетки карбида титана значительно меньше, чем известное значение 0,4327 нм для карбида эквиаомного состава.

Для композитов, синтезированных в аргоне, наиболее вероятной причиной этого отличия параметра решетки является образование нестехиометрического карбида. Согласно равновесной диаграмме двойной системы титан – углерод карбид титана TiC_x имеет широкую область гомогенности. Содержание углерода в карбиде при температурах, близких температуре плавления титана на двойной равновесной диаграмме изменяется в интервале значений X от 1 до 0,5.

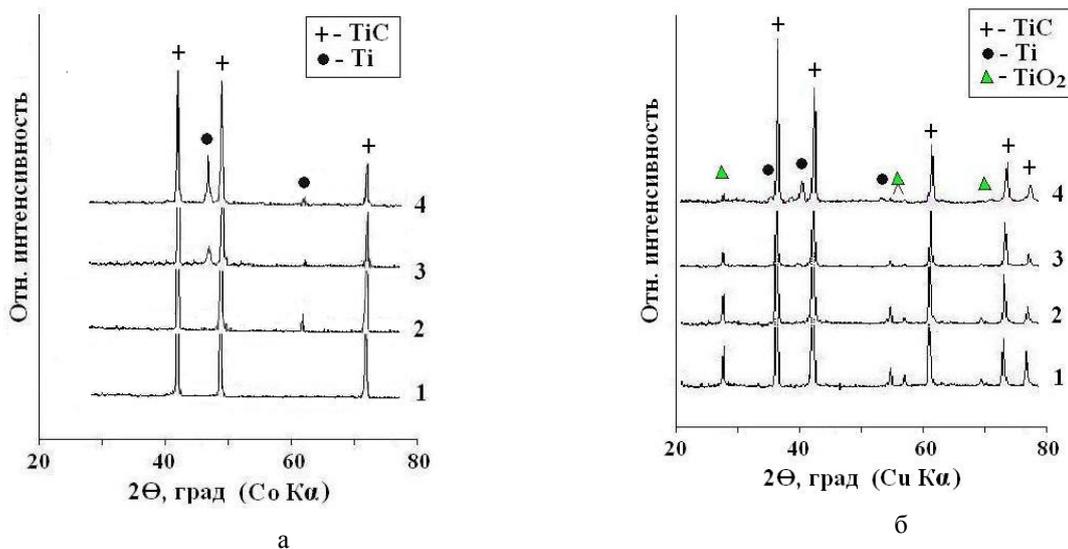


Рис. 1. Рентгенограммы СВС-порошков TiC_x+Ti , синтезированных в аргоне (а) и на воздухе (б). Расчетное (при $X=1$) содержание титановой связки: 1 - 30об.%, 2 - 40об.% 3 - 50об.%, 4 - 60об.%

Таблица 1

Содержание фаз в СВС продуктах, синтезированных в аргоне, параметр решетки a карбида титана TiC_x и значение стехиометрического коэффициента X , рассчитанное по параметру решетки.

Расчетный фазовый состав СВС порошков	Фактическое содержание фаз, %		a , nm	X [6]
	TiC_x	Ti		
$TiC+30$ об% Ti	100	-	0,4320	0.71
$TiC+40$ об% Ti	95,5	4,5	0,4310	0.58
$TiC+50$ об% Ti	93,5	6,5	0,4302	< 0.53
$TiC+60$ об% Ti	75,4	24,6	0,4299	< 0.53

Металлографические шлифы удовлетворительного качества удалось получить только на порошках, содержащих титановую связку (рис. 2). Из сравнения изображений на рис. 3 можно сделать вывод о том, что скорость охлаждения после завершения синтеза не влияет на структуру продуктов синтеза. По-видимому, формирование структуры (рост карбидных зародышей и срастание смежных частиц) происходит только в жидкой фазе во фронте реакции и в узкой зоне позади фронта и завершается в

момент кристаллизации. Последующие диффузионные процессы в твердой фазе уже не влияют на структуру даже при относительно медленном охлаждении продуктов синтеза.

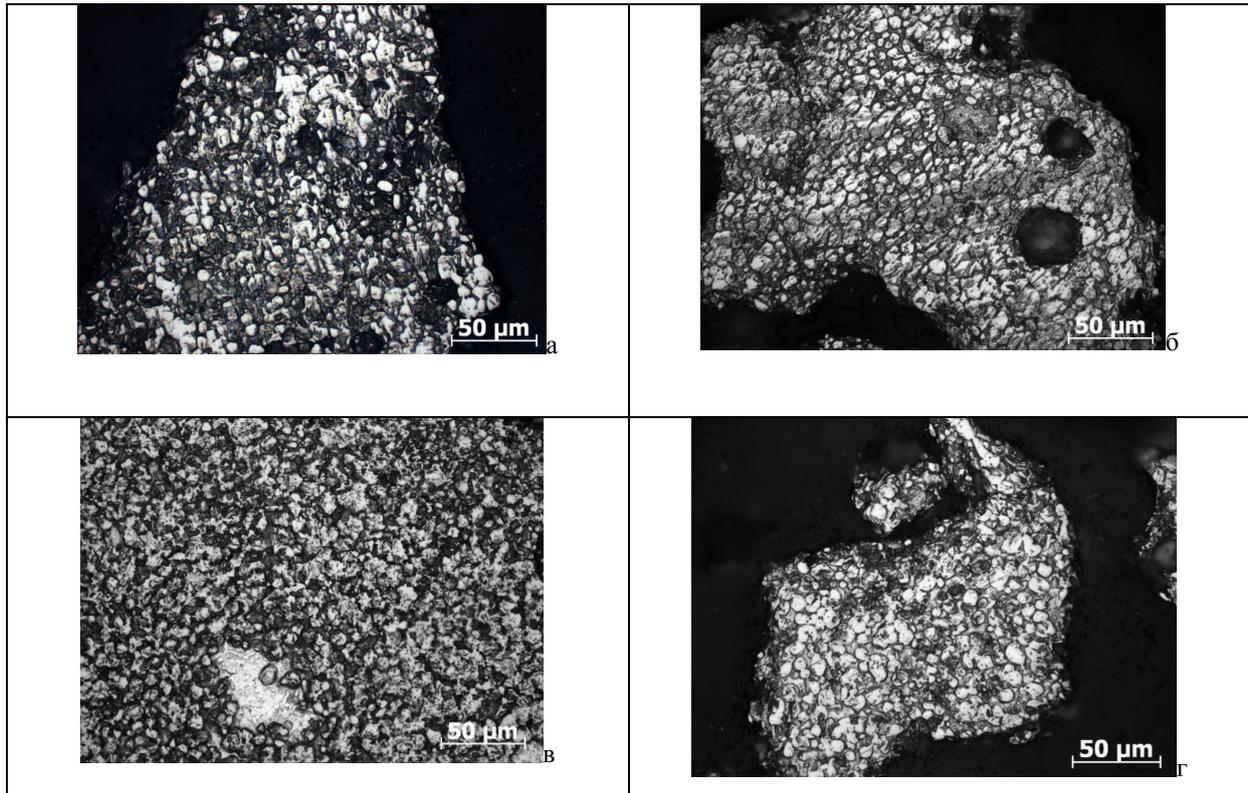


Рис. 2. Структура СВС композиционных порошков $TiC+Ti$, синтезированных в аргоне (а,в) и на воздухе с закалкой в воду (б,г). Расчетное (фактическое) содержание титановой связки (об. %): (а,б) – 50 (6,5); (в,г) – 60 (24,6)

Таким образом, во всех полученных СВС-композитах образуется карбид титана нестехиометрического состава, при этом истинное содержание титановой связки во всех образцах значительно ниже расчетного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zwikker Ulrich, Titan und Titanlegierungen – Springer-Verlag, 1974. – 717 p.
2. Hamedy M.J., Torkamany M.J., Sabbaghzadeh J. Effect of pulsed laser parameters on in-situ TiC synthesis in laser surface treatment. Optics and lasers in engineering, 2011. – vol. 49, pp 557-563.
3. ZHANG Ke-min, ZOU Jian-xin, LI Jun, YU Zhi-shui, WANG Hui-ping. Surface modification of TC4 alloy by laser cladding with TiC+Ti powders. Trans. Nonferrous Met. Soc. China. 2010, vol. 20, pp 2192-2197.
4. Korosteleva E.N., Pribytkov G.A., Krinitcyn M.G. Structure and properties of powder cathode materials of titanium - titanium carbide system. Innovative technology and economics in mechanical engineering. National Research Tomsk Polytechnic University. Tomsk, 2014. pp. 273-276.
5. G.A. Pribytkov, M.N. Khrmogin, V.G. Durakov, and V.V. Korzhova. Coatings produced by electron beam surfacing of composite materials consisting of titanium carbide and a binder of high-speed R6M5 tool steel. Welding international. Vol. 22, No. 7, July 2008, pp. 465-467.