

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ "СИЛИЦИД ТИТАНА – ТИТАН" ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

М.Г. КРИНИЦЫН^{1,2}, Г.О. ДАНКОВЦЕВ¹

Научный руководитель: доцент, к.т.н., Коростелева Е.Н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055
E-mail: mr.dankovtseff@yandex.ru

На сегодняшний день композиционные порошковые материалы всё чаще используются в промышленности, приходя на замену дорогим сплавам, поскольку, при значительно более низкой цене, материалы на основе композиционных порошков обладают уникальным сочетанием твердости, прочности, пластичности и износостойкости при абразивном износе и в контактных парах.

Одно из применений порошковых материалов, актуальное на сегодняшний день - аддитивные технологии. Основу существующих на сегодняшний день порошков для аддитивных технологий составляют порошки чистых металлов и простых сплавов, а порошков, позволяющих «печатать» композиционные изделия катастрофически мало.

Целью данной работы было получить и исследовать композиционный порошок системы Ti-Si. Объемные материалы данной системы характеризуются более высокими значениями механических и теплофизических свойств по сравнению с чистым титаном, обладают стойкостью к окислению при высоких температурах, благодаря чему применяются в качестве защитных покрытий нагревательных элементов и теплоотводов. В данной работе получены и исследованы композиционные порошки состава $Ti_5Si_3 + Ti$, с варьированием содержания титановой связки.

Порошки были исследованы на оборудовании Центра коллективного пользования ИФПМ СО РАН на металлографическом микроскопе (AXIOVERT-200MAT) и микротвердомере (DURAMIN 500).

Порошки были получены путем поджога смеси порошков Ti и Si. Расчет шихты рассчитывался с учетом получения после протекания реакции силицида титана Ti_5Si_3 и избыточного титана. Порошки предварительно смешивали в смесителе типа "пьяная бочка" в течение 4 часов, после чего прессовали в цилиндрический штаб высотой 100 мм и диаметром 40 мм. Поджог производился путем пропускания большого тока в течение двух секунд через молибденовую спираль.

При сгорании порошка волна горения распространялась тем медленнее, чем больше инертной связки было в порошке. Это объясняется тем, что избыточное содержание титана уменьшает количество областей протекания экзотермической реакции соединения титана и кремния, что приводит к снижению максимальной температуры фронта горения и снижает тем самым скорость сгорания.

Полученные спеки были раздроблены на порошок различной фракции. В среднем размер полученных после размолта частиц композиционного порошка составил от 50 до 350 мкм. При размолте наблюдается следующая тенденция: с увеличением содержания связки размалывать порошок становится труднее, что приводит к формированию по большому формированию более крупной фракции. Для уравнивания фракционного состава, при размолте спеков из порошка с большим содержанием связки, время размолта выбиралось значительно больше, чем при размолте порошков с меньшим содержанием связки.

Для металлографического анализа были выбраны порошки фракционного состава от 65 до 125 мкм, поскольку порошки именно такой фракции наиболее применимы в практике при изготовлении изделий либо нанесении покрытий. Порошки нужной фракции были отсеяны с помощью системы сит и залиты эпоксидной смолой. Микрофотографии наблюдаемой структуры приведены на рисунке 1.

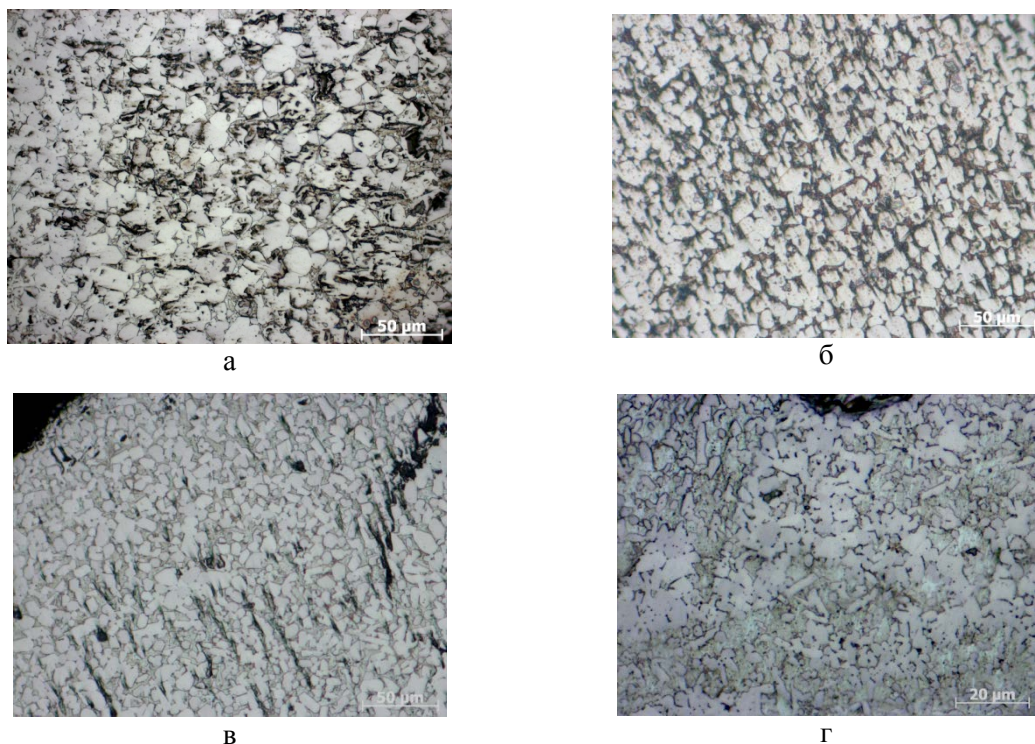


Рисунок 1 - Микрофотографии шлифов полученных порошков $Ti_5Si_3 + x$ об.% Ti, где x: а) - 10; б) - 20; в) - 30; г) - 40

По данным микрофотографиям был измерен средний размер силицидных частиц в порошке. График изменения среднего размера частиц с увеличением содержания титановой связки приведен на рисунке 2.

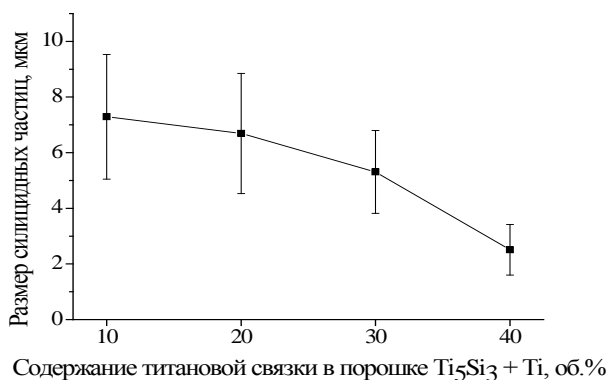


Рисунок 2 - Средний размер силицидных частиц в порошке $Ti_5Si_3 + x$ об.% Ti

Исходя из полученных данных можно сказать, что в среднем размер частиц монотонно уменьшается с увеличением содержания связки (от 7 мкм в наплавках с 10 об.% Ti до 3 мкм в наплавках с 40 об.% Ti), также уменьшается и разброс в значениях размера частиц.

По полученным данным о синтезированных композиционных порошках можно сделать вывод о том, что изменяя содержание инертной связки можно в широком интервале изменять морфологию и структуру получаемых порошков, а значит и свойства получаемых из этих порошков изделий.