

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПОКРЫТИЙ TiB+Ti

А.М. Мырзахан¹, А.Д. Макан¹

Научный руководитель: доцент, к. т. н. Е.Н. Коростелева^{1,2}; к. т. н. В.В. Коржова²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: botawka-93@list.ru

Применение композиционных покрытий на титановые сплавы позволяет значительно улучшить их механические и физические свойства. Использование титано-матричных композиционных материалов позволяет получать материалы с высокой удельной прочностью и износостойкостью. В качестве упрочнителя могут выступать TiC, TiB, TiN, TiB₂. В последнее время опубликовано много работ по данной теме, отдельное внимание уделено боридам. Получение композитов «бориды титана + титан» возможно через проведение реакции «титан + В₄С» [1, 2], так и через синтез чистых порошков [3]. Исследование композиционных порошков и покрытий из них имеет важное практическое значение.

Электронно-лучевые покрытия из композиционных порошков «борид титана + 20% и 50% титан» наплавляли в вакууме на установке ИФПМ СО РАН, состоящей из источника электронов, системы управления сканирующим электронным лучом, порошкового питателя и манипулятора для перемещения подложки относительно сканирующего электронного луча. Композиционные порошки получали послойным горением прессовок цилиндрических прессовок из порошковых смесей титана ТПП-8 и бора аморфного технического марки «А» в аргоне. Горение инициировали нагревом поджигающей таблетки молибденовой спиралью. Синтез проводили в герметичном реакторе в среде аргона с избыточным давлением около 0,5 атм. с последующим медленным охлаждением в реакторе. Пористые СВС спеки дробили и ситовым рассевом выделяли пригодную для наплавки фракцию 56–200 мкм. Структуру и фазовый состав СВС порошков и покрытий исследовали на оборудовании Центра коллективного пользования «Нанотех» ИФПМ СО РАН методами рентгенофазового анализа (дифрактометр ДРОН-7, Буревестник, Россия, CuK_α излучение), оптической металлографии (AXIOVERT-200MAT, Zeiss, Germany).

СВС композиционный порошок после дробления спеков имеет преимущественно осколочную форму (рис. 1а, в).

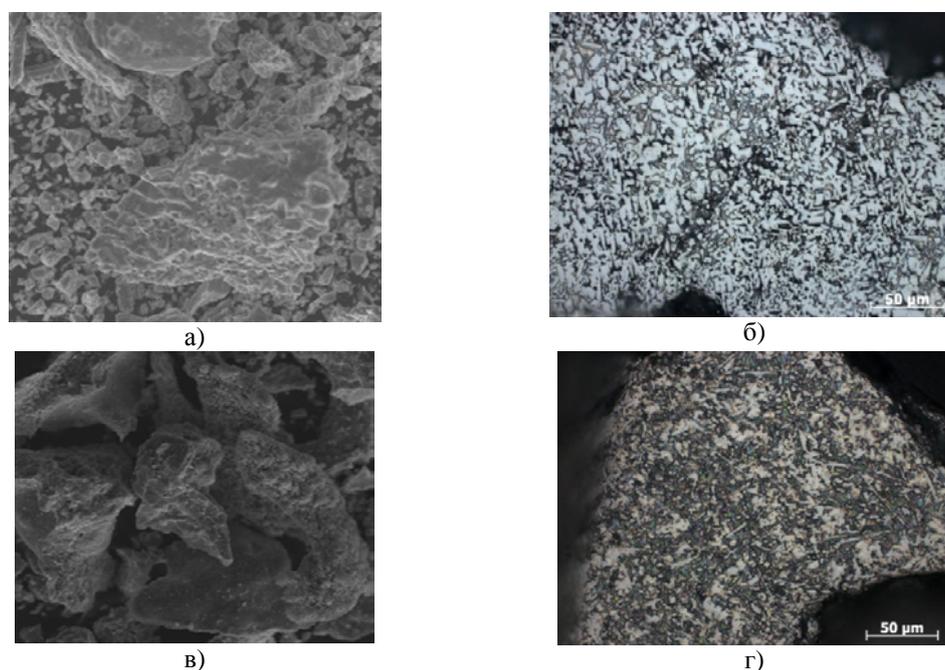


Рис. 1. Морфология и микроструктура СВС – порошка: а, б) TiB+20%Ti; в, г) TiB+50%Ti

Типичная микроструктура композиционного порошка представлена на рисунке 1 б, порошковый продукт синтеза с малым содержанием титановой связки (20–40%), представляет собой сростки боридов титана или отдельные крупные иглы. Структура СВС продуктов с большим содержанием титана (50–60%) и предварительной механической активацией более дисперсная (рис. 1 г). Рентгенофазовый анализ СВС-порошков показал, что во всех случаях синтеза «титан – бор» получали многофазный материал, основной фазой которого является моноборид титана.

Для улучшения наплавляемости к композиционным порошкам с различным содержанием титановой связки (20 и 50%) добавляли порошок титана в количестве, необходимом для получения порошковых смесей с

интегральным содержанием связки 80%. Микроструктура покрытий, наплавленных порошковыми смесями, содержащими композиционные порошки двух исследованных составов, приведена на рисунке 2.

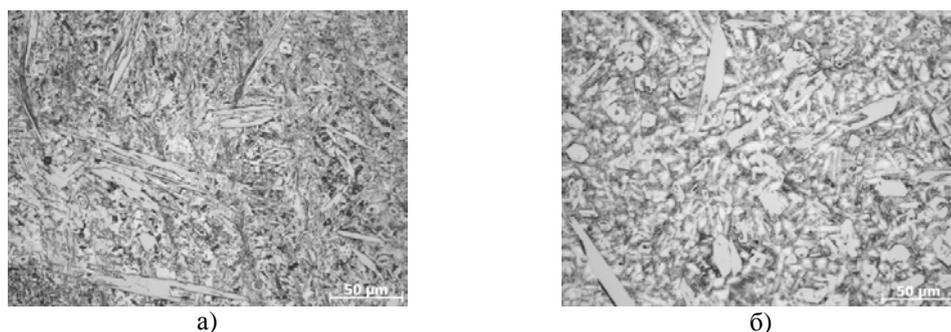


Рис.2. Микроструктура наплавки: а) TiB+20→80%Ti; б) TiB+50→80%Ti

На рисунке 3 приведены результаты сравнительных измерений твердости (рис. 3 а) и испытаний на абразивный износ (рис. 3 б) титана VT-1-0 и композиционных покрытий «моноборид титана + титан». При увеличении твердости композиционных покрытий по сравнению с титаном VT-1-0 в 2-2,2 раза абразивная износостойкость увеличивается в 3–3,7 раз.

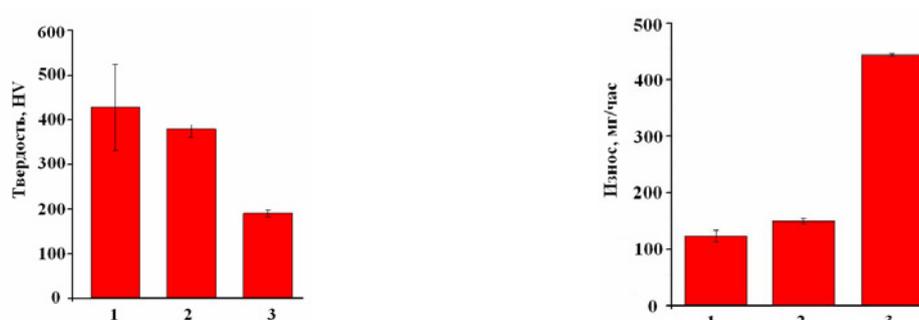


Рис. 3. Твердость и износ покрытий. 1 – TiB+20→80%Ti; 2 – TiB+50→80%Ti; 3 – титан VT-1-0

Выводы

1. Методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза получены и исследованы композиционные порошки «моноборид титана + титан».
2. Электронно-лучевые покрытия, наплавленные с применением композиционных порошков, имеют твердость и абразивную износостойкость соответственно в 2,2 и 3,7 раз выше, чем титановый сплав VT-1-0.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-48-700381)

Список литературы

1. Новиков Н.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Зависимость состава продуктов и скорости горения в системах металл – бор от соотношения реагентов // Физика горения и взрыва. – 1974. – Т. 10, № 2. – С. 201–206.
2. Азатян Т.С., Мальцев В.М., Мержанов и др. О механизме распространения волны горения в смесях титана с бором // Физика горения и взрыва. – 1980. – Т. 16, № 2 – С. 37–42.
3. Attar H., Lober L., Funk A. et al. Mechanical behavior of porous commercially pure Ti and Ti-TiB composite materials manufactured by selective laser melting // Materials Science & Engineering A. – 2015. – Vol. 625.