

## ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ НАПЛАВКА КОМПОЗИЦИОННЫМИ ПОРОШКАМИ "ТИТАН – СИЛИЦИД ТИТАНА"

М.Г. Криницын<sup>1,2</sup>, Г.О. Данковцев<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

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. Одной из областей применения композиционных порошков является порошковая наплавка покрытий на поверхность изделий. Такой метод нанесения покрытий позволяет получать толстые (порядка миллиметров) покрытия, не имеющих проблем с адгезией и обладающих композиционной структурой, различной для разного состава порошка. Варьируя содержание связки в композиционном порошке варьировать свойства получаемых из такого порошка покрытий, причем в широком интервале, что недоступно для сплавов. В данной работе исследована наплавка композиционными порошками состава  $Ti_5Si_3 + Ti$ , с варьированием содержания титановой связки.

Наплавленные покрытия исследовали на оборудовании Центра коллективного пользования ИФПМ СО РАН на металлографическом микроскопе (AXIOVERT-200MAT) и микротвердомере (DURAMIN 500).

На полученных наплавках был приготовлен поперечный шлиф, микрофотографии наблюдаемой структуры приведены на рисунке 1.

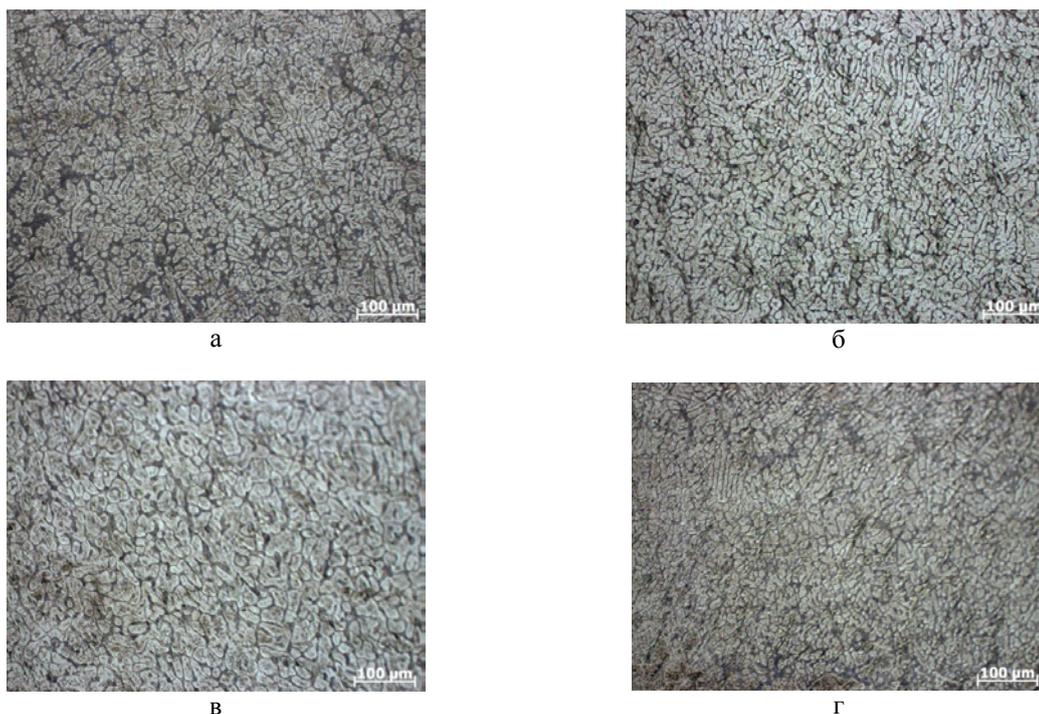


Рис. 1. Микрофотографии поперечного шлифа полученных наплавки  $Ti_5Si_3 + x$  об.% Ti, где x: а – 10, б – 20, в – 30, г – 40

Как видно, наплавка не обладает ярко выраженной композиционной структурой, и с увеличением связки пространство между силицидными частицами в среднем остается неизменным, однако изменяется размер самих частиц. Средний размер частиц во всех полученных наплавках приведен на рисунке 2.

Исходя из полученных данных можно сказать, что в среднем размер частиц монотонно уменьшается с увеличением содержания связки (от 11 мкм в наплавках с 10 об.% Ti до 8 мкм в наплавках с 40 об.% Ti), однако разброс в значениях размера частиц с увеличением содержания связки увеличивается. Так, в наплавках с 40 об.% титановой связки присутствуют силицидные частицы размера как 14 мкм, так и 3 мкм.

Все полученные наплавки были испытаны на износостойкость, также на всех наплавках была измерена микротвердость (рис. 3).

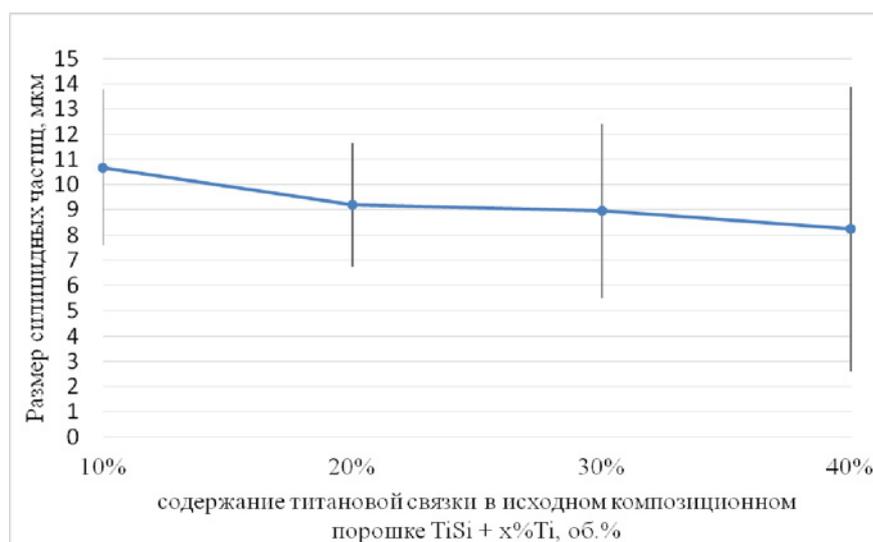


Рис. 2. Средний размер силицидных частиц в наплавке  $Ti_5Si_3 + x$  об.% Ti

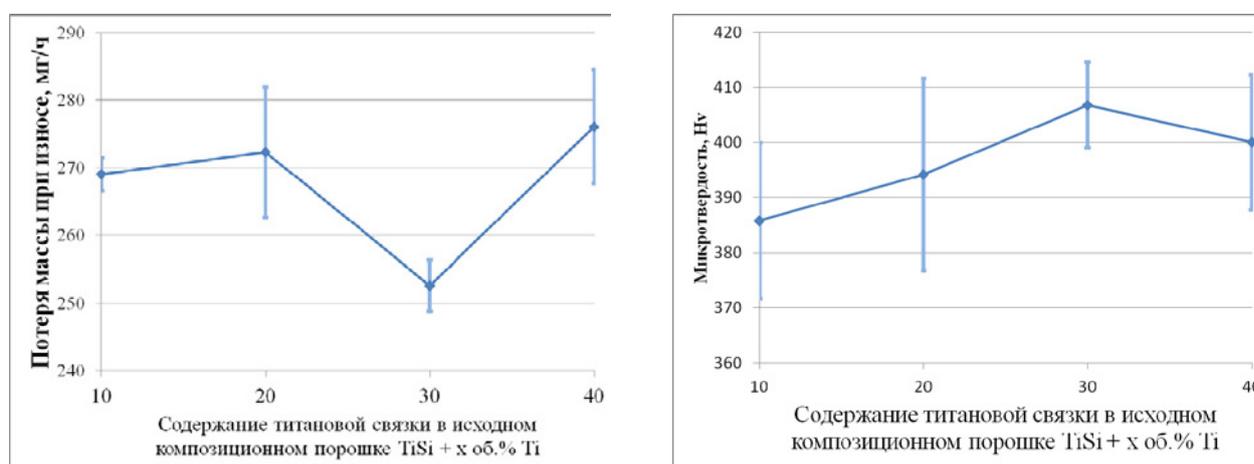


Рис. 3. Скорость износа (слева) и микротвердость (справа) наплавов  $Ti_5Si_3 + x$  об.% Ti

Наплавки обладают большей твердостью и износостойкостью, чем титан ВТ1-0, микротвердость которого составляет 190 Нv, а скорость износа 452 мг/ч.

Минимальной скоростью износа (соответственно наибольшей износостойкостью), а также наибольшей твердостью обладают наплавки с содержанием 30 об.% титановой связки. Наименьшей износостойкостью (в связи с наибольшей скоростью износа) обладают образцы с содержанием связки 40 об.%. Это связано с тем, что в этих образцах наряду с мелкими частицами (около 3 мкм) присутствуют достаточно крупные (около 14 мкм), которые при изнашивании уносятся целиком, значительно увеличивая скорость износа.