ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/341

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИТОВ $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$ МЕТОДОМ EBF³

^{1,2}Буйлук А.О., ^{1,2}Панин А.В., ¹Казаченок М.С., ¹Мартынов С.А.

¹*Институт физики прочности и материаловедения, Томск*

²*НИ Томский политехнический университет, Томск*

Уникальные свойства титанового сплава Ti-6Al-4V, такие как малый удельный вес, высокая прочность и коррозионная стойкость позволяют использовать его во многих сферах. Однако применение титановых сплавов ограничено их низкой износостойкостью. Одним из возможных вариантов нивелировать данный недостаток является введение твердых керамических частиц, которые позволяют многократно продлить срок службы титановых изделий при работе в условиях интенсивного абразивного изнашивания. Металлические матричные композиты на основе Ti-6Al-4V, армированные высокотвердыми керамическими частицами карбида титана TiC, привлекают все больше внимания благодаря широкой перспективе их использования в авиа- и ракетно-космической отрасли. Для износостойкого материала оптимальной является структура равномерно распределенных в металлической матрице высокотвердых керамических частиц. В настоящей работе изучено влияние объемной доли частиц TiC на особенности формирования микроструктуры и износостойкость композитов $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$, полученных методом EBF³.

Получение 3D-напечатанных металло-матричных композитов осуществлялось путем электронно-лучевой плавки коммерческой проволоки из титанового сплава Ti-6Al-4V с добавлением в ванну расплава керамических частиц TiC. Процесс 3D-печати проводили на установке 6E400, оснащенной электронной пушкой с плазменным катодом («Тэта», г. Томск). Объемная доля частиц TiC в композите $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$ составляла 10 и 20 об.%. Микроструктуру $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$ исследовали с помощью оптического микроскопа ZEISS AXIOVERT 40 MAT и сканирующего электронного микроскопа LEO EVO 50. Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре Shimadzu XRD-6000 с использованием $\text{Cu-K}\alpha$ излучения. Микротвердость измеряли на твердомере PMT-3 при нагрузке 50 г. Объемный износ образцов в режиме сухого трения скольжения определяли по схеме «шар-по-диску» на трибометре CSEM CH2000 при нагрузке $P = 5 \text{ Н}$ и скорости скольжения $V = 25 \text{ мм/с}$. Радиус контртела в виде шарика из WC_8 составлял 6 мм. Радиус трека составлял 2 мм.

Показано, что введение частиц TiC в ванну расплава в процессе электронно-лучевого плавления проволоки Ti-6Al-4V приводит к существенному изменению микроструктуры исследованных образцов. По сравнению с EBF³ образцами, в которых формируются столбчатые зерна, микроструктура композита $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$ состоит из равноосных зерен и выделений эвтектической фазы TiC. Средний размер зерен в композитах $\text{TiC}_{10\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ и $\text{TiC}_{20\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ составляет 250 и 50 мкм соответственно. Карбидные частицы в композите $\text{TiC}_{10\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ располагаются преимущественно по границам зерен в виде глобулярных частиц и в форме цепочек, в то время как в композите $\text{TiC}_{20\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ – также и внутри зерен.

Установлено, что микротвердость и износостойкость композитов $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$, полученных методом EBF³ возрастает с увеличением объемной доли армирующей фазы TiC. Микротвердость композита $\text{TiC}_{10\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ увеличивается до 7500 МПа по сравнению с микротвердостью EBF³ образца (4500 МПа). Повышение объемной доли карбидных частиц в композите $\text{TiC}_{20\%}/\text{Ti-6Al-4V}$ обуславливает дальнейший рост микротвердости (до 8000 МПа).

Исследовано влияние объемной доли карбидных частиц на величину износа и коэффициента трения композитов $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$ в процессе трибологических испытаний. Проанализированы механизмы увеличения износостойкости композитов $\text{TiC}_x/\text{Ti-6Al-4V}$.