

## СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТИТАНА

**Ковалева М.<sup>(1)</sup>, Тюрин Ю.<sup>(2)</sup>, Колисниченко О.<sup>(2)</sup>, Прозорова М.<sup>(1)</sup>, Арсеев М.<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Белгородский государственный университет, Центр коллективного пользования, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: Kovaleva@bsu.edu.ru

<sup>(2)</sup>Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, 03650, Украина, г. Киев, ул. Боженко, 11, e-mail: tyurin@i.com.ua

Титана и его сплавы широко используются в аэрокосмической промышленности и для механического применения из-за отличного сочетания высокой удельной прочности, которая сохраняется при повышенных температурах, высокой устойчивости к разрушению и хорошей коррозионной стойкости [1]. В связи с высокими физико-механическими свойствами титана и его соединений, представляет интерес нанесение композиционных покрытий на основе титана на поверхности деталей из алюминия.

В данной работе наноструктурированные композиционные покрытия на основе титана наносили с помощью новой энергосберегающей конструкции кумулятивно-детонационного устройства, что обеспечивало формирование покрытий высокого качества при меньших затратах электрической энергии в 20 раз и компонентов горючей газовой смеси в 5-10 раз в отличие от известных HVOF устройств [2]. Основная проблема заключалась в получении на поверхности алюминия покрытия с низкой пористостью, высокой твердостью и адгезионной прочностью.

Образцы сплава, состоящего из Al в качестве основы, 0,3%Mn и 8%Mg были использованы в качестве подложки. Исследование микроструктуры и элементного состава порошка титана и покрытий проводили на электронно-ионном микроскопе Quanta 200 3D. Локальный фазовый и структурный анализ покрытий проводили с помощью просвечивающего электронного микроскопа с полевой эмиссией Tescan G2 20F S-T FEI с микродефрацией и порошкового рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA. Измерение микротвердости образцов было проведено с помощью автоматического микротвердомера DM-8B по Виккерсу. Адгезионную, когезионную прочность сцепления и механизм разрушения покрытий на основе титана определяли с помощью скретч-тестера REVETEST CSM Instruments.

Кумулятивно-детонационная технология обеспечивает нанесение однородных композиционных покрытий на основе титана толщиной 130  $\mu\text{m}$  из порошка титана (размер частиц 5-50  $\mu\text{m}$ , 100wt.%Ti) на алюминий с производительностью 1 кг в час при расходе компонентов горючей смеси 5 м<sup>3</sup> на 1 кг порошка. На поверхности образца образуется плотный слой из ламелей и деформированных частиц титана. Исследования показали, что композиционные покрытия на основе титана состоят из деформированных частиц титана и соединений титана с кислородом и углеродом. Локальный фазовый и структурный анализ показал, что ламели в покрытиях состоят из свободных от дислокаций нанокристаллитов титана размером 30 нм, разделенных прослойками аморфной фазы (C, Al), и кристаллитов оксида титана с кубической решеткой. Фазовый анализ показал, что основной фазой в слое покрытия является Ti с гранцентрированной плотноупакованной решеткой, также были зафиксированы в покрытиях следующие фазы: TiC и TiO с кубической решеткой. Полученные материалы имеют аморфную и нанокристаллическую структуру, что может быть вызвано высокой температурой цикла формирования композиционных покрытий с высокой пластичностью и твердостью до HV<sub>0,01</sub> 1595. Зафиксирована потеря адгезионной прочности покрытий при нагрузке 93,4 Н и адгезионной прочности при нагрузке 185,3 Н.

Работа выполнена в рамках госконтракта № 14.740.11.1017.

### Литература

- [1] E. Vemporad, M. Sebastiania, D.De Felicis, F. Carassitia, R. Valle, F. Casadei // *Thin Solid Films*, 2005, doi:10.1016/j.tsf.2005.12.058.
- [2] Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко, И.М. Дуда // *Упрочняющие технологии и покрытия*. - 2009. - №. 5. - С. 27-33.