

# СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ДЕТОНАЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКА Ti-46Al-8Cr (ат. %), ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВИРУЕМОГО САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

**Талако Т.Л., Лецко А.И., Бондаренко А.А.<sup>(1)</sup>, Гальцов К.Н.<sup>(1)</sup>, Сироватка В.Л.<sup>(1)</sup>, Яковлева М.С.<sup>(1)</sup>, Чернацкая Ю.В.<sup>(1)</sup>.**

ГНУ «Институт порошковой металлургии», ул. Платонова, 41, г. Минск, Беларусь

<sup>(1)</sup>Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины  
ул. Кржижановского, 3, Киев, 03142, Украина, e-mail: sirov@voliacable.com

Низкий удельный вес ( $\sim 3,9$  г/см<sup>3</sup>), высокий модуль упругости, высокая жаростойкость алюминидов титана делают этот класс материалов особенно перспективным для использования в аэрокосмической области [1]. Главной причиной, сдерживающей широкое практическое применение алюминидов титана, является их хрупкость при комнатной температуре и низкая технологическая пластичность. Поэтому по-прежнему актуальной остается задача разработки экономичных технологий, позволяющих получать крупногабаритные изделия. При этом механическая прочность изделия гарантируется материалом основы, а специальные свойства поверхности достигаются формированием на ней тонких покрытий, которые обладают высоким уровнем необходимых свойств: жаростойкости, износостойкости, коррозионной стойкости, твердости и др.

Исследована микроструктура экспериментальных образцов детонационных покрытий из СВС – порошка Ti-46Al-8Cr ат.% на различных основах (нержавеющая и углеродистая сталь, титановый сплав). Исследование микроструктуры покрытий при помощи оптической микроскопии свидетельствует о сравнительно небольшой общей пористости покрытий – менее 1%. В целом покрытия наследуют структуру исходного порошка, однако фазовый состав их существенно меняется и включает широкий набор интерметаллидных фаз. Помимо основных фаз:  $\gamma$ -TiAl(Cr) и  $Al_{0,67}Cr_{0,08}Ti_{0,25}$ , идентифицированных в порошке, в покрытиях значительно увеличивается относительная интенсивность  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al и появляются линии Ti<sub>2</sub>Al, а также соединений алюминия с хромом: Al<sub>2</sub>Cr<sub>3</sub>, Al<sub>8</sub>Cr<sub>5</sub>. При этом фазовый состав покрытий на различных основах несколько отличается, что обусловлено различиями

химических, теплофизических и механических характеристик последних.

Результаты микродюрметрических исследований показали, что полученные покрытия характеризуются высокой твердостью. Средняя величина микротвердости составляет 9–11 ГПа. Это значительно выше твердости известных покрытий на основе гамма-сплавов, которая, как правило, не превышает 5 ГПа. Очевидно, более высокие значения микротвердости остальной композиционной структуры обусловлены ее тонкодисперсным состоянием и большим количеством упрочняющих включений. При этом образования трещин при индентировании не наблюдается.

Для образцов с покрытиями на основе из сплава VT-16, широко используемого в авиационной промышленности, были проведены исследования жаростойкости. Результаты испытаний показали, что после начального периода быстрого прироста массы устанавливается динамическое равновесие со средней величиной прироста массы за 5 часов порядка 10 г/м<sup>2</sup>. После 40 часов испытаний наружные слои оксидной пленки начинают растрескиваться и скалываться. Однако трещины, наблюдаемые в структуре оксидной пленки, так что внутренний оксидный слой остается защитным и препятствует распространению трещин в покрытие и основу. Основные фазы, идентифицируемые в оксидном слое –  $(Al_{0,948}Cr_{0,052})O_3$  со структурой корунда и TiO<sub>2</sub> (рутил), легированный алюминием.

## Литература

1. D.M. Dimiduk. Gamma titanium aluminide alloys – an assessment within the competition of aerospace structural materials. // Materials Science and Engineering. – 1999. – V. A263. – P. 281-288.