

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ІНТЕРМЕТАЛІДУ TiAl, ЯКІ ОТРИМАНІ МЕТОДОМ НАДЗВУКОВОГО ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ

Вігілянська Н. В., Коломицев М. В., Янцевич К. В.

Інститут електроварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ, Україна

Алюмініди титану завдяки низькій густині, високій питомій міцності, стійкості до впливу навколишнього середовища, жароміцності та жаростійкості знаходять застосування в якості матеріалів при виготовленні деяких компонентів в автомобільній та авіаційній промисловостях, таких як турбокомпресори, автомобільні турбонагнітачі, лопатки турбін низького тиску та ін. [1]. Однак основними недоліками, що обмежують широке практичне застосування алюмінідів титану, є їх крихкість, низька пластичність і тріщиностійкість у широкому інтервалі температур, а знижена твердість і підвищена в'язкість ускладнює використання сплавів TiAl в умовах тертя поверхонь, що контактують [2]. Перспективним напрямом отримання захисних покриттів на основі інтерметаліду TiAl є газотермічне напилення, яке на відміну від вакуумних методів нанесення покриттів дозволяє наносити покриття товщиною в кілька міліметрів. Крім того, методи газотермічного напилення дозволяють проводити ремонт локальних пошкоджень деталей, які передчасно вийшли з ладу внаслідок корозії, ерозії, абразивного зношування або втоми.

Метою даної роботи є дослідження структури, фазового складу та властивостей (ерозійної та корозійної стійкості) композиційних покриттів на основі алюмініду титану систем TiAl-SiC та TiAl-Si₃N₄, отриманих методом надзвукowego повітряно-газового плазмового напилення.

Напилення покриттів проводили на установці надзвукowego повітряно-газового плазмового напилення Київ-С з використанням наступних технологічних параметрів: сила струму I=230А, напруга U=380В, витрата плазмоутворюючого газу (повітря) Q_{пг}=20м³/год, дистанція напилення L=160 мм. Покриття для досліджень наносили на зразки, виготовлені зі Ст3.

В якості методу досліджень корозійної стійкості покриттів було вибрано потенціостатичний метод. Електрохімічну поведінку Ст3 і Ст3 з покриттям проводили на потенціостаті П – 5827М при швидкості розгорнення 20 мВ/с при температурі 18-20 °С. В якості електроліту використовували 3%-ий розчин NaCl. Стаціонарні потенціали вимірювали відносно хлорсрібного електроду. Використовуючи значення струмів корозії, які визначали з поляризаційних кривих, був розрахований глибинний показник (K_п) корозії [3].

Металографічним аналізом встановлено, що в результаті напилення методом НППН композиційних порошків TiAl-SiC та TiAl-Si₃N₄, як і у випадку напилення вихідного порошку TiAl, формуються покриття з однорідною щільною структурою, яка складається з ламелей, сформованих з повністю розплавлених і деформованих при формуванні шару частинок. Структурні елементи у покриттях нерозрізні. Пористість покриттів TiAl-SiC та TiAl-Si₃N₄ становить 3-4%, покриття TiAl – 8%.

Аналіз результатів корозійних досліджень показав, що НППН-покриття TiAl-SiC та TiAl-Si₃N₄ по корозійній стійкості переважають покриття інтерметаліду TiAl приблизно на один порядок з показниками струму корозії 4,2·10⁻⁷ А/см², 4,8·10⁻⁷ А/см² та 6,4·10⁻⁶ А/см², відповідно (табл.).

Розраховано температури розпаду твердих розчинів у системах La_{1-x}Ln_xFeAsO_{1-y}, де Ln = Ce–Er та Y в інтервалі складів 1.0 > x > 0 з кроком x = 0.05 та побудовано залежності їх температур розпаду від складу (куполи розпаду).

Результати роботи можуть бути корисними під час вибору співвідношення компонентів у «змішаних» матрицях та кількості активатора у високотемпературних надпровідниках та ефективних магнітних матеріалах.

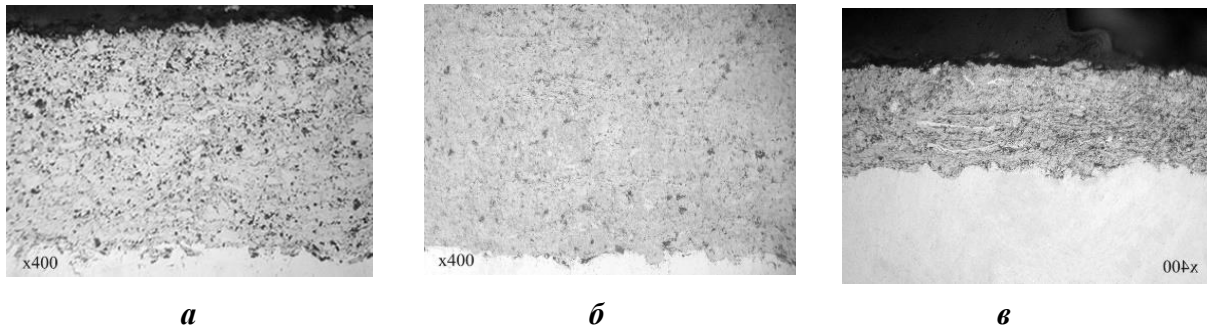


Рис. Мікроструктура НППІН-покриттів: а – TiAl, б – TiAl-SiC, в – TiAl-Si₃N₄;x400

Таблиця

Результати електрохімічних досліджень НППІН-покриттів у 3%-му розчині NaCl

Покриття	Електрохімічні характеристики			
	$E_{ст}, В$	$E_c, В$	$i_c, А/см^2$	$K_{п}, мм/рік$
TiAl-SiC	-0,44	-0,40	$4,2 \cdot 10^{-7}$	0,019
TiAl-Si ₃ N ₄	-0,42	-0,38	$4,8 \cdot 10^{-7}$	0,023
TiAl	-0,48	-0,42	$6,4 \cdot 10^{-6}$	0,045

Підвищення корозійної стійкості можна пояснити наявністю в покриттях систем TiAl-НТС силіциду титану Ti₅Si₃ який, як відомо [4], суттєво підвищує корозійну стійкість покриттів та сплавів у різних агресивних середовищах, що обумовлено наявністю міцних ковалентних зв'язків метал – неметал, а також зв'язків Si-Si.

Випробування показали, що корозійна стійкість отриманих покриттів TiAl-SiC та TiAl-Si₃N₄, перевищує корозійну стійкість Ст3 у 135-155 разів, сплаву АМг3 – у 24-62 рази, сплаву ВТ6 – у 5-6 разів.

1. Noda T. Application of cast gamma TiAl for automobiles // Intermetallics. - 1998. – 6№7-8. - С. 709–713.

2. Лобанов Л. М., Асніс Ю. А., Піскун Н. В., Статкевич І. І. Вдосконалення механічних властивостей β-стабілізованих інтерметалідів системи TiAl методом зонної перекристалізації // Допов. Нац. акад. наук Укр. - 2020. - №8. – С. 51-56.

3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: ООО ТИД «Альянс», 2006. – 244с.

4. Liu L. Xu J., Li Zh Electrochemical Characterization of Ti₅Si₃/TiC Nanocomposite Coating in HCl // Solution. *Int. J. Electrochem. Sci.* - 2013. - № 8. – P. 5086 – 5101.