

УДК 669.714

**ВПЛИВ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ
КОНДЕНСОВАНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ БОРУ¹***А. В. Микитчик**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

У роботі приведені результати впливу хімічного складу вихідних матеріалів на структуру та властивості ерозійно-стійких покриттів на основі B_4C , що осаджуються з парової фази на поверхню титанових сплавів по одностадійній електронно-променевої технології.

В статье приведены результаты влияния химического состава исходных материалов на структуру и свойства эрозионно-стойких покрытий на основе B_4C , осаждаемых из паровой фазы на поверхность титановых сплавов по одностадийной электронно-лучевой технологии.

Effect of the composition of raw materials on the structure and properties erosion resistant coatings on the base of B_4C , deposited from the vapor phase on the surface of titanium alloys by single-stage electron-beam technology, is given.

Вступ

Розвиток сучасної техніки пов'язаний з необхідністю використання робочих температур та швидкостей, що безперервно підвищуються, значних і складних навантажень, а також з експлуатацією окремих вузлів, машин і механізмів в умовах агресивного середовища. Однією з головних причин виходу з ладу високо навантажених вузлів та механізмів є ерозія – руйнування деталей при ударі твердих часток з їх поверхнею. Ерозія є однією з декількох форм руйнування матеріалів, в загальному випадку класифікується як знос [1].

Постановка задачі дослідження

Характерним прикладом агрегатів, що працюють в умовах ерозійного зносу є компресори газових турбін вертольотів. Попадання дрібних часток піску і пилу з потоком забортного повітря приводить до

¹ - статтю підготовлено до видання під керівництвом к.т.н., с.н.с. Яковчука К.Ю., ДП «Міжнародний центр електронно-променевих технологій ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ» і д.т.н., професора Чернеги Д.Ф., НТУУ «Київський політехнічний інститут»

утворення ерозійних пошкоджень на пері лопаток компресора і погіршення аеродинамічних характеристик двигуна. Ці пошкодження виявляються у вигляді піттингових пошкоджень та порушення конструктивної цілісності лопаток, що приводить до втрати к.п.д. двигуна. Внаслідок такого руйнівного впливу ресурс вертолітних двигунів, що працюють в піщаних районах, недостатній [2].

Вирішення проблеми захисту від ерозійного руйнування пов'язано як зі створенням нових зносостійких матеріалів, так і з поверхневим зміцненням деталей з вже існуючих металів і сплавів, у тому числі шляхом нанесення твердих зносостійких покриттів. Створення таких покриттів є в ряді випадків найбільш ефективним, економічно виправданим, а інколи і єдино можливим засобом вирішення складних технічних проблем.

До числа перспективних матеріалів, що використовуються в якості зносостійких покриттів, потрібно віднести карбід бору завдяки його високій мікротвердості (більше 40 ГПа) і низькій питомій вазі ($2,52 \text{ г/см}^3$). Для осадження карбиду бору в якості покриттів різного призначення товщиною до 5 мкм використовують іонно-плазмову технологію, хімічне осадження з газового середовища, дугове і магнетронне розпилення [4].

Електронно-променева технологія знайшла широке застосування для осадження жаростійких та теплозахисних покриттів на деталі газотурбінних двигунів, а також може використовуватись для нанесення твердих зносостійких покриттів [4].

Методика проведення експериментів

Метою цієї роботи було дослідження впливу хімічного складу шихтових матеріалів на процес випаровування таблеток карбиду бора та властивості отриманого покриття.

Таблетки карбиду бору отримано методом холодного ізостатичного пресування висотою 13мм, діаметром 50мм та вагою $30,95 \pm 0,1$ гр.

Для наплення використовувались таблетки В₄С двох виробників:

- 1) Донецького заводу хімічних реактивів: склад В = 77,8 мас.%, С = 20,5 мас.%, С_{вільний} = 0,9% (дані про наявність домішок відсутні);
- 2) Німецької фірми TETRABOR.

Таблиця 1 Вміст елементів у німецьких зразках В₄С

Елементи	В _{заг.}	С _{заг.}	В ₂ О ₃	О	Fe	Si	Al	Ca	N	Решта
Вміст, мас.%	78	20,8	0,44	0,61	0,12	0,18	0,014	0,023	0,07	0,10

Осадження проводилось на підкладку розмірами 80×30×3 мм. Матеріал підкладки – титан. Поверхня зразків відшліфована до значення R_a≤1,5 мкм. Зразки не підлягали термообробці. Був зроблений візуальний контроль якості обробки поверхні при збільшенні ×3...5 на предмет

відсутності неопрацьованих ділянок.

У вакуумній камері електронно-променевої установки поверхню зразків піддавали іонній очистці бомбардуванням іонами Ag^+ з енергією приблизно 2...3 KeV. Щільність іонного потоку, що генерується встановленим всередині вакуумної камери на відстані 200 мм від підкладки газомagnetронним іонним джерелом, досягала приблизно 1 mA/cm^2 , при цьому швидкість травлення поверхні зразків досягала біля 10 нм/хв. Температура зразків в процесі конденсації не перевищувала 500°C, швидкість конденсації складала близько 1 мкм/хв.

Шліфи для металографічних досліджень на електронному мікроскопі виготовлялися за стандартною методикою. Дослідження структури виконували за допомогою растрового скануючого електронного мікроскопу CamScan. Мікротвердість визначали на приладі Polyvar Met по методу Віккерса, навантаження складало 50г.

Результати досліджень

Було одержано два зразки покриттів D8 та D9.

Таблиця 2 Мікротвердість покриттів

Номер зразка, №	$V_4C + C$							
	δ , мкм	$H\mu$, ГПа						
		Значення	10	15	20	25	30	35
D8	25	22,7	20,2	22,3	21,8	23,6	22,9	25,4
D9	26	21,3	21,3	20,3	21,7	21,4	21,6	21,7

Характер випаровування таблеток відрізнявся: незважаючи на меншу кількість домішок таблетки з карбіду бора німецького виробника при випаровуванні створювали велику кількість крапельної фази (розбризувались). Таблетки донецького виробника при випаровуванні поводитись спокійно і створювали значно меншу кількість дефектів. Для з'ясування причин подібної поведінки потрібно проведення детального аналізу хімічного складу випарюваних таблеток. Мікротвердість отриманих покриттів знаходилась на рівні 21-22 ГПа.

Висновки

Як видно з отриманих знімків (рис.1,2) більш стовпчасту структуру мають покриття німецького виробника V_4C , це можна пояснити характером випаровування цих таблеток та впливом мікрокапель на зародження та ріст кристалітів. На поверхні покриття знаходиться велика кількість поверхневих мікрокапель діаметром до 11 мкм. Більш однорідну структуру, практично без крапель на поверхні та з меншою кількістю дефектів мають саме покриття V_4C українського виробника, які і були

рекомендовані для використання у подальших дослідженнях.

Література

1. Рафф А.У., Видерхорн С.М., Эрозия при ударе твердых частиц. // Эрозия. Под ред. К. Црис.-М.: Мир.1982, С.80-139.
2. Напряженно-деформированное состояние лопатки компрессора с эрозионными повреждениями / И.Л.Гликсон, Г.В. Пухальская // Вістник двигунобудування – 2005. – №3. – С. 70– 78.
3. Самсонов Г.В., Серебрякова Т.И., Неронов В.А., Бориды. – М.: Атомиздат, 1975. – 376 с.
4. Твердые эрозионно-стойкие градиентные покрытия, осаждаемые в вакууме / К.Ю. Яковчук, В.В. Скрыбинский, А.Г. Маринский, Г.Г. Дидикин // Современная электроталлургия – 2007 – №2. – С. 17-22.

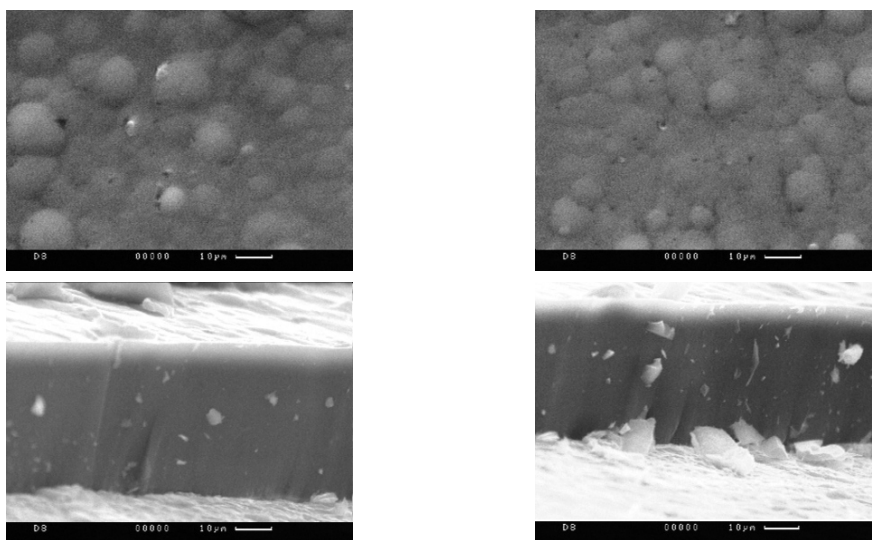


Рис. 1. Зображення покриття D8 із карбиду бору українського виробника

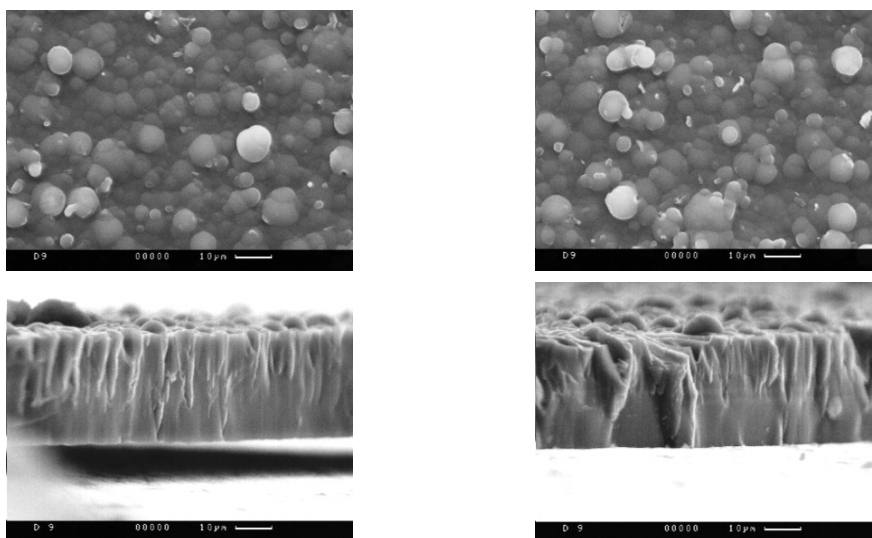


Рис. 2. Знімки покриття D9 із карбиду бору німецького виробника