

УДК 449.347

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО
ВИСОКОШВИДКІСНОГО ОСАДЖЕННЯ НА СТРУКТУРУ ТА
ЯКІСТЬ ПОКРИТТІВ ЗІ $Co - Cr - Al - Y$ ¹**

Л. М. Федірко

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Досліджено вплив технологічних параметрів процесу високошвидкісного електронно-променевого нанесення жаростійких покриттів типу $Co - Cr - Al - Y$ на мікроструктуру покриттів. Під час проведення досліджень було встановлено, що параметрами які найбільшим чином впливають на мікроструктуру покриттів, є: температура попереднього нагріву, температура осадження, діаметр обертання зразків і швидкість обертання. Встановлено, що збільшення діаметра обертання (наближення зразків до джерела що випаровується) та зменшення швидкості обертання не призводить до покращення, ущільнення та однорідності мікроструктури, а призводить до значного погіршення структури покриттів що конденсуються. Збільшення діаметра обертання, яке призводить до скорочення часу нанесення покриття, без погіршення мікроструктури, можливо тільки при збільшенні швидкості обертання та збільшенні температур попереднього нагріву та осадження.

Исследовано влияние технологических параметров процесса высокоскоростного электронно-лучевого нанесения жаростойких покрытий типа $Co - Cr - Al - Y$ на микроструктуру покрытий. При проведении исследований было установлено, что параметрами, которые наибольшим образом влияют на микроструктуру покрытия, являются: температура преднагрева, температура осаждения, диаметр вращения образцов и скорость вращения. Установлено, что, увеличение диаметра вращения (приближения образцов к испаряемому источнику) и уменьшение скорости вращения не приводит к улучшению, уплотнению и

¹ - роботу виконано під керівництвом:

- керівника групи металевих захисних покриттів В. Я. Братуся, ДЦ «Пратт Уїтні - Патон»;
- інженера – технолога Р. С. Власова, ДЦ «Пратт Уїтні - Патон»;
- кандидата технічних наук, доцента М. О. Кравченко, НТУУ «КПІ».

однородности микроструктуры, а приводит к существенному ухудшению микроструктуры конденсируемых покрытий. Увеличение диаметра вращения, которое приводит к сокращению времени нанесения покрытия, без ухудшения микроструктуры, возможно только при повышении скорости вращения наряду с увеличением температуры преднагрева и температуры осаждения.

Influence of technological parameters of process of high-speed electron beam reception of heat resisting coverings of type on a microstructure of coverings is investigated. At carrying out of researches it has been established that among parameters which most of all affects on the resulting microstructure are: preheating temperature, sedimentation temperature, diameter of rotation of samples and speed of rotation. It is established that, the increase of diameter of rotation (approach of samples to an evaporated source) and reduction of speed of rotation does not lead to improvement, consolidation and uniformity of a microstructure, and leads to essential deterioration of a microstructure of condensed coverings. The increase in diameter of rotation which leads to reduction of time of drawing of a covering, without microstructure deterioration, is possible only at increase of speed of rotation along with increase in temperature of preheating and sedimentation temperatures.

Вступ

При використанні методу високошвидкісного електронно-променевого випаровування спостерігається підвищення енергетики парового потоку, що підсилює дифузійні процеси на фронті конденсації і не зважаючи на високу швидкість осадження, забезпечує отримання структури металевих покриттів з меншою кількістю кристалографічних дефектів, тобто з більш високою початковою щільністю [1]. Велика швидкість конденсації визначає отримання покриття з дрібнозернистою структурою (діаметр зерен 3 – 5 мкм), що гарантує підвищений опір термічній втоми покритої лопатки.

Застосування методу високошвидкісного випаровування дозволяє виключити з технології нанесення жаростійких металевих покриттів гомогенізуючий вакуумний відпал, який раніше проводився після осадження покриттів. Крім того, відпадає необхідність супроводжувати процеси осадження металевих покриттів «зразками-свідками» для контролю міцності зчеплення металевих підшару з основним матеріалом.

Використання високошвидкісного методу електронно-променевого випаровування дозволило отримувати так звані "безлідерні" металеві жаростійкі покриття.

Методика проведення експериментів

Нанесення покриття проводилося на установці 193-М (рис.1) на зразки у вигляді циліндрів зі сплаву ЖС-6У, хімічний склад якого наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 Хімічний склад жароміцного сплаву ЖС – 6У

Масова частка елементів, мас. %								
Cr	Co	Mo	Al	Ti	W	C	Mn	Ni
17,7	16,2	2,4	2,2	0,7	10,3	0,2	<0,4	осн.

Під час експериментів змінювалися значення діаметру обертання зразків, швидкості обертання, температур попереднього нагріву та осадження.

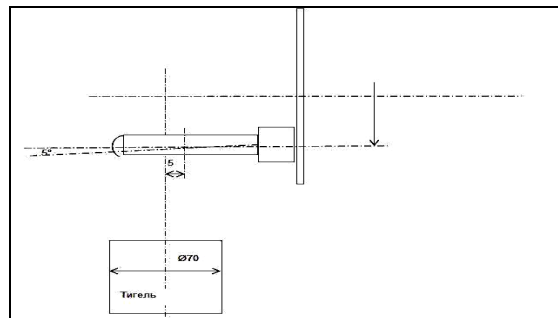


Рис.1 Схема нанесення покриття на зразки

На поверхню зразків наносилося жаростійке покриття зі сплаву УСДП-8, хімічний склад якого наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 Хімічний склад модельного сплаву УСДП-8

Масова частка елементів, %						
Y	Al	Cr	Co	Ni	Fe	Si
0.68	8.2	26.8	63.5	0.44	0.19	0.12

Після нанесення покриття, проводилося дослідження мікроструктури за допомогою оптичного мікроскопу «Neophot 32».

Результати досліджень

Для виявлення загальної картини впливу діаметра обертання зразків, швидкості обертання та температур попереднього нагріву та осадження на

мікроструктуру покриттів, проводилося дослідження мікроструктури зразків з нанесеним покриттям.

При наступних технологічних параметрах, які наведені в таблиці 3 (зразок №1) була отримана відповідна структура покриття (рис. 2 а, б).

Таблиця 3 Параметри нанесення покриття на зразки .

№ Зразка	Діаметр обертання, мм	Швидкість обертання, об/хв.	Тпр.н. °С	Т конд., °С	τ, хв.
1	120	14	750	780	9'55"
2	160	7	740	780	9'55"
3	190	14	760	790	7'40"

Отримане покриття має значну кількість дефектів росту так званих «лідерів». Дане покриття є непридатним, отже потребується корегування технологічних параметрів.

Змінені параметри, які наведені в таблиці 3 (зразок №2), призвели до значного зростання кількості дефектів росту у нанесеному покритті, у зв'язку з збільшенням моментної швидкості осадження (приріст товщини шару покриття за один оберт) (рис. 2 в, г). Отже подальше збільшення моментної швидкості буде тільки збільшувати кількість дефектів [2].

Істотне збільшення кількості дефектів у мікроструктурі покриття (рис.2 д, е) було помічено при підвищенні температури попереднього нагріву та температури конденсації, а також при зменшенні швидкості осадження спостерігається значне зменшення кількості дефектів росту покриття таблиця.3 (зразок №3). Дефекти типу «лідери» практично відсутні на даному покритті. Покриття стало більш рівномірним та щільним.

Висновки

В процесі високошвидкісного електронно-променевого нанесення жаростійких покриттів основними параметрами, які впливають на мікроструктуру конденсованих покриттів (відповідно і на функціональні властивості) є: діаметр обертання зразка (наближення джерела, що випаровується), швидкість обертання, температура попереднього нагріву та температура осадження.

Наближення зразків до джерела, що випаровується разом зі зменшенням швидкості обертання призводить до значного зростання кількості дефектів покриття. Для виключення даного явища, наряду з збільшенням діаметру обертання слід підвищувати швидкість обертання та не значно підвищувати температуру попереднього нагріву та температуру

осадження. Крім того, при використанні даних рекомендацій спостерігається зменшення часу нанесення покриттів та зменшенні кількості дефектів росту покриття («лідерів»).

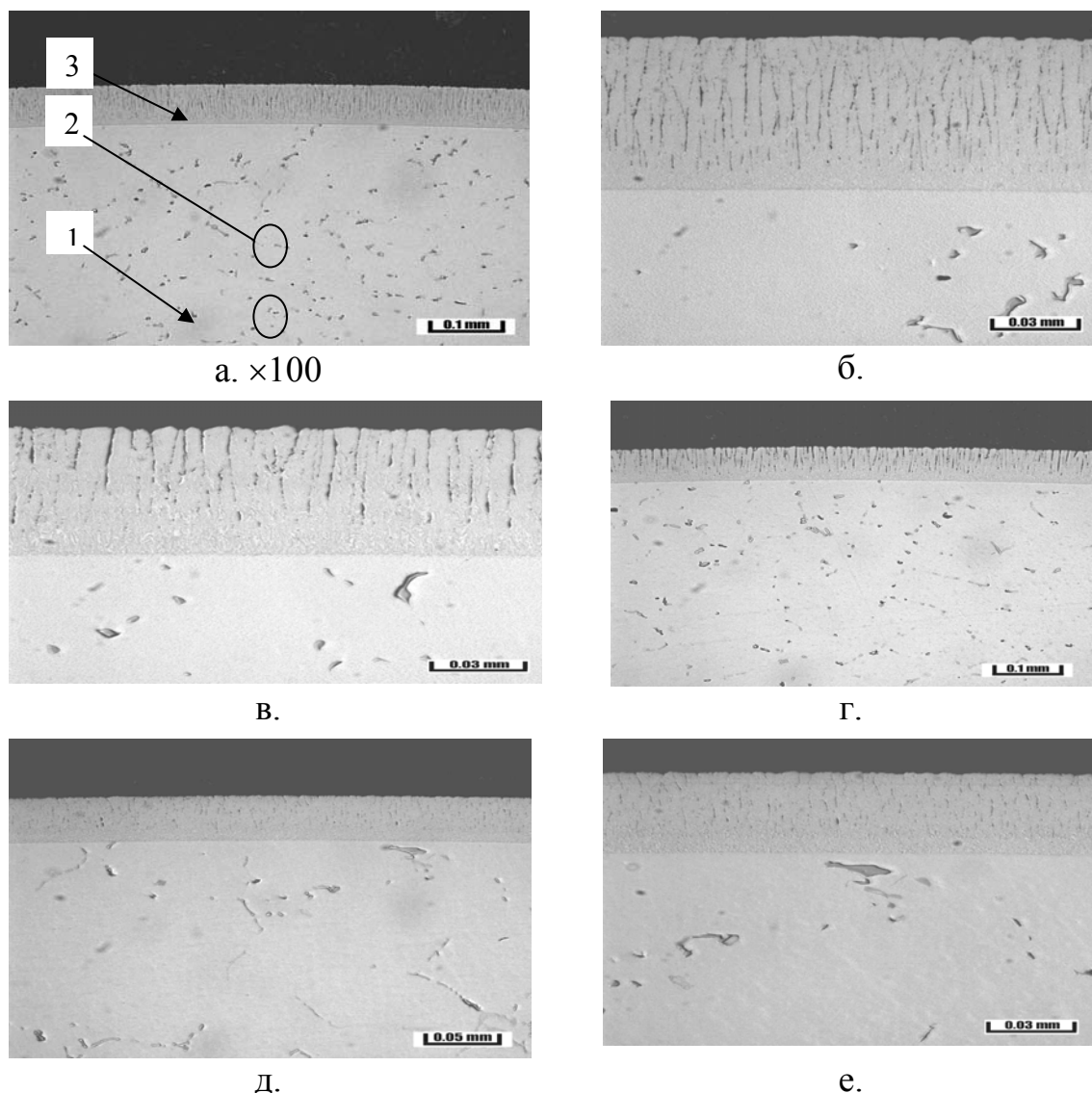


Рис.2 Структура покриття зразка:

a, в, д – x100; *б, г, е* – x400

1 – тіло лопатки; 2 – включення в матеріалі лопатки (не досліджувалися); 3 – матеріал запресовки; 4 – дефект росту в покритті; 5 – покриття; 6 – дифузійна зона.

Література

1. Мовчан Б.А. , Малашенко И.С. Жаростойкие покрытия осаждаемые в вакууме. – К.: «Наукова думка», 2000 . - 232 с.
2. Бартон В., Кабрера Н., Франк Ф. Рост кристаллов и равновесная структура поверхностей. - М.: Металлургия, 2001.- 109с.