

## СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ЖАРОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ З ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ

*А. В. Герітішвілі*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут»*

Широке застосування енергетичних транспортних машин супроводжується підвищенням температур, при яких працюють найбільш відповідальні їх деталі. Тому матеріали для таких деталей повинні мати дуже високі жароміцність і жаростійкість. Для багатьох типів енергетичних машин рішення завдання по підвищенню ефективності і якості може бути досягнуте шляхом широкого використання жаростійких покриттів.

Рациональне застосування ефективних жаростійких покриттів дозволяє збільшувати надійність і довговічність дорогих транспортних двигунів, тому ця область металознавства й технології в останні десятиліття інтенсивно розвивається.

Градiєнтні термобар'єрні покриття (NiAl/YSZ, NiCoCrAlY/AlCr/YSZ) із товщиною приблизно 250 мкм підвищують температуру газу на вході у газотурбінний двигун на 100 °С, не змінюючи при цьому поверхневу температуру охолоджуваної лопатки газотурбінного двигуна. Зовнішній керамічний шар із стабілізованого діоксиду цирконію має низький рівень теплопровідності (приблизно 1,2 Вт/м·К) і надійний адгезійний зв'язок із зв'язуючим металевим шаром (більше ніж 100 МПа). Термоциклічна довговічність градiєнтного термобар'єрного покриття у 1,8–2 рази вище, ніж у традиційних термобар'єрних покриттів.

Метою досліджень було встановлення впливу температури підложки на властивості градiєнтного термобар'єрного покриття. Для вивчення такого впливу було використано градiєнтну підложку.

Для дослідження будови, складу й властивостей отриманого конденсату були використані наступні методи досліджень:

1. Аналіз структури мікрошліфів отриманих конденсатів методом РЕМ.
2. Аналіз хімічного складу отриманих конденсатів методом рентгенівського флюоресцентного аналізу.
3. Дослідження мікротвердості отриманих конденсатів.

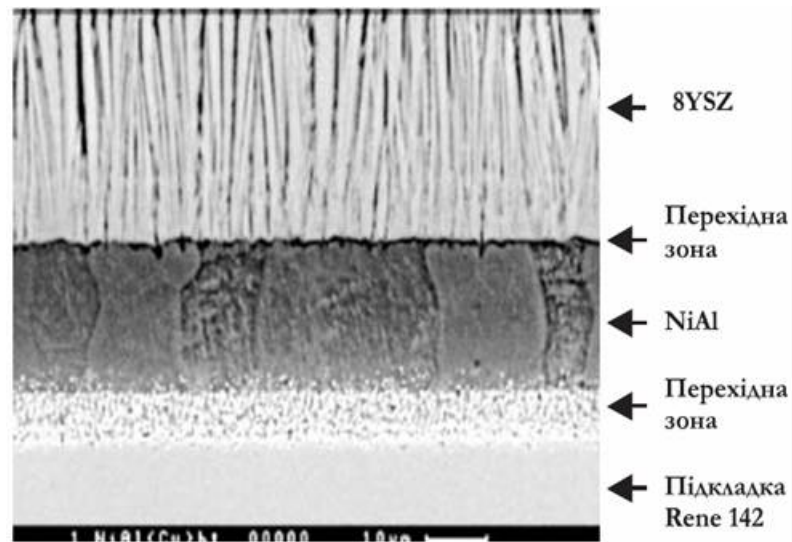


Рис. 1 – Мікроструктура градієнтного термобар'єрного покриття NiAl/YSZ

Шліфи для металографічних досліджень на електронному мікроскопі виготовлялися методом їхнього гарячого запресовування в пластмасу й послідуєчого механічного шліфування на шліфувальній машині Abramin фірми Struers. Як абразив використали карбід кремнію. Мікроструктуру конденсатів досліджували на скануючому мікроскопі CamScan 4D у режимах вторинних й упруго-відбитих електронів. Мікротвердість визначали на приладі Polyvar Met по методу Викарса при навантаженні 50 г. Хімічний склад конденсатів контролювався методом рентгенофлюоресцентного аналізу (Philips).

Дослідження підтвердили ефективність методу нанесення покриття.

Аналіз структури поверхні й мікрошліфів отриманих конденсатів методом РЕМ показав, що покриття має малу кількість поверхневих дефектів і вузьку перехідну зону. Аналіз хімічного складу відокремленого конденсату методом рентгенівського флюорисцентного аналізу (Philips) показав, що зміна температури підложки не має впливу на вміст нікелю в поверхневому шарі (Рис. 2).

Дослідження мікротвердості отриманого конденсату на мікротвердомірі Polivar Met при навантаженні 50г на поперечних шліфах показало, що зміна температури підложки від 700 до 900 °С не має суттєвого впливу на властивості термобар'єрного покриття. З підвищенням температури підложки більше 900 °С маємо стрімке зниження мікротвердості покриття. Було встановлено, що при температурі приблизно 940 °С в керамічному поверхневому шарі покриття (YSZ) з'являється поруватість, що різко знижує мікротвердість (Рис. 2). Такого роду дослідження температурних залежностей допомагають встановити

оптимальні умови для нанесення термобар'єрних покриттів з заданим хімічним складом та властивостями.

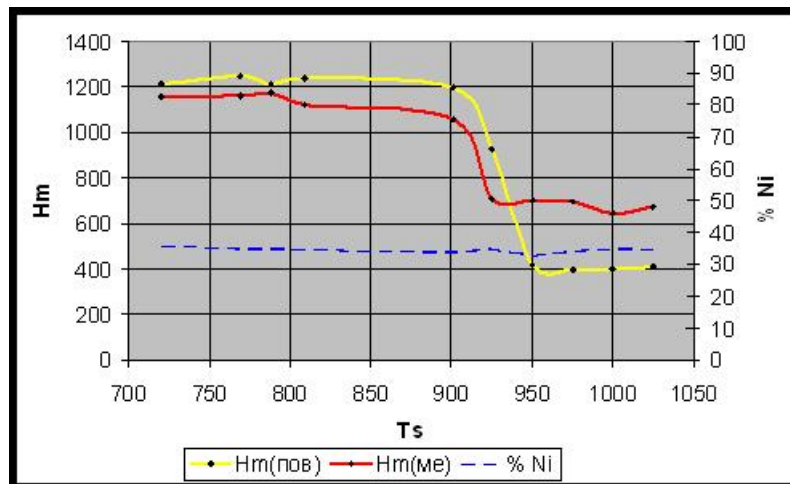


Рис. 2. - Зміна мікротвердості та вмісту нікелю відносно температури підкладки

Створення жаростійких покриттів - кардинальне й економічно виправдане рішення проблеми сполучення високої конструктивної міцності матеріалів зі здатністю протистояти хімічному руйнуванню при високих температурах. Цим методом можна вирішити одну із ключових проблем сучасного авіаційного двигунобудування - підвищення робочої температури газу.

### Література

1. Яковчук К.Ю., Рудой Ю.Э. Одностадийная электронно-лучевая технология осаждения термобарьерных градиентных покрытий // Современная электрометаллургия. - 2003. - №2. - С. 10-16.
2. Мовчан Б.А., Малашенко И.С. Многокомпонентные жаростойкие покрытия  $MeCrAlY$ , получаемые осаждением в вакууме на лопатках газовых турбин // Специальная электрометаллургия. - 1979. - Вып. 38. - С. 75-84.
3. Singh J, Wolfe DE, Singh J. Architecture of thermal barrier coatings produced by electron beam-physical vapor deposition (EB-PVD) // Journal of Materials Science. - 2002. - 37, №15. - P. 3261-3267.