

ADVANCED ONE-STAGE EB-PVD COATINGS FOR AEROSPACE AND GAS-TURBINE APPLICATIONS

Description

Electron beam technology and equipment are developed for one-stage deposition of functional graded coatings with the use of a composite ceramic ingot for evaporation. This technology allows replacing the flat interface between metal and ceramic layers with a graded transition zone and achieving good adhesion of the coating to the substrate.

The composite ingot incorporates the program of evaporation and deposition of a graded coating, embodied in composition, shapes and sizes, of the respective inserts, number of them, and also in arrangement of them inside of the basic ingot. Inserts determine composition, structure, and properties of a graded coating at all levels including transition zones and coating layers.

Innovative Aspect and Main Advantages

As compared to traditional multi-stages technologies of protective coating deposition, this technology allows to achieve higher reproducibility level of composition, structure, and lifetime of the functional graded coatings.

Due to using only one EB-PVD unit and reducing number of stages, total cost of one-stage EB-PVD deposition process is at least 2 times smaller than that of traditional multistage technological processes of protective coating deposition.

Graded thermal-barrier coatings (NiAl/YSZ, NiCo-CrAlY/AlCr/YSZ) with about 250 μm thickness allow to increase gas turbine engine gas temperature up to 100 $^{\circ}\text{C}$ maintaining the same temperature of the cooling blade surface. Outer ceramic YSZ layer has low level of thermal conductivity of about 1.2 W/m-K and reliable adhesion strength with bond coat (more than 100 MPa). Thermal-cyclic lifetime of graded TBC is about 1.8–2 times higher in comparison with traditional TBC.

Graded hard erosion-resistant coatings (TiN-based, TiC-based) of 15–25 μm thickness that deposited with high deposition rate (up to 1 $\mu\text{m}/\text{min}$) can increase the erosion resistance up to 15–30 times as compared to steel substrate.

Graded hard damping coatings (Sn-Cr-MgO) with thickness of about 25–50 μm allow to increase by several times the damping capability and erosion resistance of Ti-based articles with 25 % improvement I wI of fatigue resistance.

Areas of Application

- Gas turbine blades and vanes;
- Hot parts of aerospace technique;
- Compressor steel and titanium blades.



Fig. 1. Composite ceramic ingot

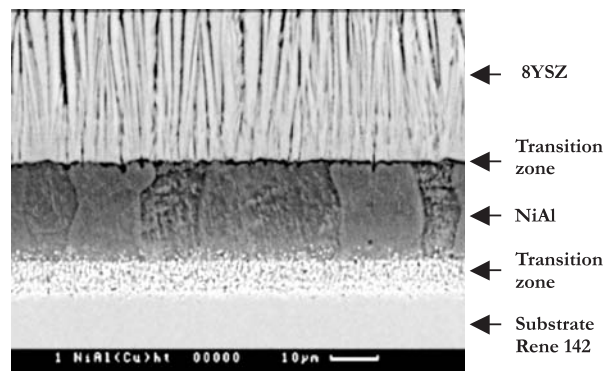


Fig. 2. Graded thermal barrier coating NiAl/YSZ microstructure

Stage of Development

Patented and tested, available for demonstration.

Contact Details

International Center for Electron Beam Technologies of E. O. Paton Electric Welding Institute of NASU

Contact person: Kostyantyn Yakovchuk

68, Gorky str., Kiev-150, 03150, Ukraine

Tel.: 044 289-2176

Fax: 044 287-3166

E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua

<http://www.paton-icebt.kiev.ua>

ПЕРСПЕКТИВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ГРАДІЄНТНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ АЕРОКОСМІЧНОЇ ТА ГАЗОТУРБІННОЇ ІНДУСТРІЇ

Огляд пропозиції

Електронно-променева технологія та обладнання для одностадійного нанесення функціональних градієнтних покриттів із використанням композиційного керамічного зливку для випаровування. Ця технологія дозволяє замінити пласку межу розділу метал/кераміка на градієнтну перехідну зону і забезпечити добру адгезію покриття до підкладки. Композиційний зливок містить програму випаровування та осадження градієнтного покриття, втілену у формі, розмірах та кількості відповідних вставок, їх складу та взаєморозташування всередині зливку-основи. Вставки у зливку визначають склад, структуру і властивості покриття на всіх рівнях, включаючи градієнтні перехідні зони та шари покриття.

Інноваційний аспект та основні переваги

Ця технологія має більш високий ступінь відтворюваності складу, структури та довговічності градієнтних покриттів у порівнянні із традиційною багатоступінчатою технологією. Вартість одностадійного електронно-променевого процесу осадження щонайменше в 2 рази нижча у порівнянні з традиційними технологічними процесами нанесення захисних покриттів завдяки використанню тільки однієї електронно-променевої установки та усуненню з процесу багатоступеневого циклу.

Градієнтні 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 градієнтного термобар'єрного покриття у 1,8–2 рази вище, ніж у традиційних термобар'єрних покриттів.

Градієнтні ерозійностійкі покриття (на основі TiN та TiC) товщиною 15–25 мкм, нанесені із високою швидкістю конденсації (більше, ніж 1 мкм/хв) можуть протистояти ерозії у 15–30 разів краще у порівнянні зі сталлю підкладкою.

Градієнтні тверді демпфіруючі покриття (Sn-Cr-MgO) із товщиною приблизно 25–50 мкм дозволяють у декілька разів підвищити демпфіруючу здатність та ерозійну стійкість виробів на основі Ti із покращенням опору втомлюваності на 25 %.

Галузь застосування

- Робочі та направляючі лопатки газотурбінних двигунів;



Рис. 1. Композиційний керамічний зливок

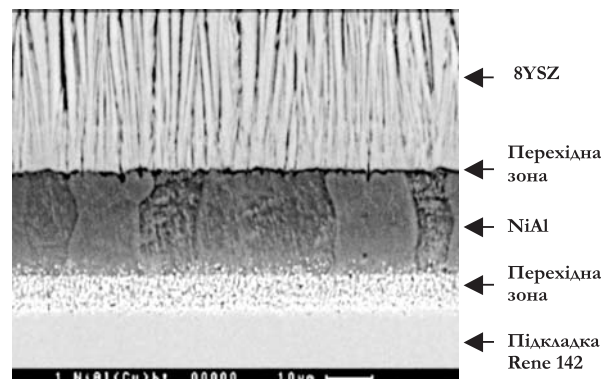


Рис. 2. Мікроструктура градієнтного термобар'єрного покриття NiAl/YSZ

- Високотемпературні компоненти аерокосмічної техніки;
- Компресорні сталеві та титанові лопатки.

Стадія розробки

Запатентовані та випробувані, готові до демонстрації.

Контактна інформація

Міжнародний центр електронно-променевих технологій Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ

Контактна особа: Костянтин Яковчук

Україна, 03150, Київ-150, вул. Горького 68

Тел.: 044 289-2176

Факс: 044 287-3166

E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua

http://www.paton-icebt.kiev.ua