

## **Короткий огляд сучасних теплозахисних покриттів**

### **Обзор современных теплозащитных покрытий**

### **A brief overview of modern heat-protective coatings**

науковий керівник – к.т.н., доц. каф. матеріалознавства та технології матеріалів

Фроленкова О. В., Фроленкова О. В., Frolenkova O.

студ. Бабенко І. А., Бабенко І. А., Babenko I.,

***Анотація.** Проведено короткий огляд сучасних теплозахисних покриттів. Деталі машин і механізмів виготовляють з матеріалів конструктивна міцність, яких не забезпечує надійність і довговічність при експлуатації в екстремальних температурних режимах. Тому виникає необхідність нанесення теплозахисних покриттів на ці деталі. Це дозволяє зменшити витрати на покупки або поновлення деталей продовжуючи термін служби при експлуатації.*

***Ключевые слова.** Теплозахисні покриття, конструктивна міцність, надійність, довговічність*

***Аннотация.** Проведен краткий обзор современных теплозащитных покрытий. Детали машин и механизмов изготавливают из материалов конструктивная прочность, которых не обеспечивает надежность и долговечность при эксплуатации в экстремальных температурных режимах. Поэтому возникает необходимость нанесения теплозащитных покрытий на эти детали. Это позволяет уменьшить затраты на покупки или обновления деталей продлевая срок службы при эксплуатации.*

***Ключевые слова.** Теплозащитные покрытия, конструктивная прочность, надежность, долговечность*

***Annotation.** A brief review of modern heat-shielding coatings is carried out. Parts of machines and mechanisms are made of structural strength materials, which do not provide reliability and durability during operation in extreme temperature conditions. Therefore, it becomes necessary to apply heat-shielding coatings to these parts. This allows you to reduce the cost of purchasing or upgrading parts while extending the service life.*

***Keywords.** Heat- shielding coatings, structural strength, reliability, durability*

Покриттями називають штучно створені поверхневі шари, які можуть відрізнитися від матеріалу основи хімічним і фазовим складами, структурою і властивостями. Покриття наносяться як для захисту поверхні від різних видів впливів (високих навантажень,

температур, різних агресивних середовищ) і в декоративних цілях, так і для відновлення порушеної геометрії виробів [1].

До експлуатаційних характеристик багатьох виробів відносяться: зносостійкість, корозійна стійкість, відбивна здатність, теплоопір і ін.

Теплозахисне покриття (ТЗП) – це шар особливого матеріалу, що захищає основу від впливу теплоти. Але не дивлячись на такий простий смисловий контекст, нанесення ТЗП на деталі або вироби, яким необхідний теплозахисний шар, не такий вже простий процес, не кажучи вже про вибір цього покриття. Все залежить від того, де застосовується або використовується ця деталь.

Умовно всі покриття можна розділити на два види за принципом взаємодії з поверхнею:

1) зміна хімічного складу поверхні (хіміко-термічна обробка);

2) нанесення нового матеріалу на поверхню (напилення, осадження, наплавлення, нанесення емалей і лакофарб) [1].

Авторами [2, 4, 5] запропонована наступна класифікація покриттів і матеріалів покриттів:

✓ по ряду ознак: по товщині покриття, по міцності зв'язку покриття з підставою, за матеріалами покриттів, за функціональними ознаками, за способом нанесення;

✓ за функціональними ознаками поділяються на класи: стійкі, механіко-міцності, декоративні, теплотехнічні, світлотехнічні, електрорадіотехнічні, фізико-хімічні, екрануючі, поверхнево-активні; перетворюючі, біохімічні, спеціальні;

✓ за їх призначенням – зносостійкі, корозійностійкі, жаростійкі, декоративні і т.д.

✓ за методами отримання – механічні, фізичні, хімічні, електрофізичні;

✓ по виду технологічного процесу – гальванічні, вакуумні, наплавлені.

✓ покриття розрізняються за використаними матеріалами – металеві, керамічні, полімерні;

✓ по виду (стану) використовуваних матеріалів – нанесення покриття в твердому (або твердому дисперсному) стані; нанесення покриттів з рідкої фази (емульсії, суспензії, лаки, шликер); нанесення покриттів з електролітичних розчинів; нанесення покриттів з розплавів; нанесення покриттів з газів або газових сумішей.

Для прикладу розглянемо конструкцію теплозахисного покриття лопатки газових турбін (рис.1).

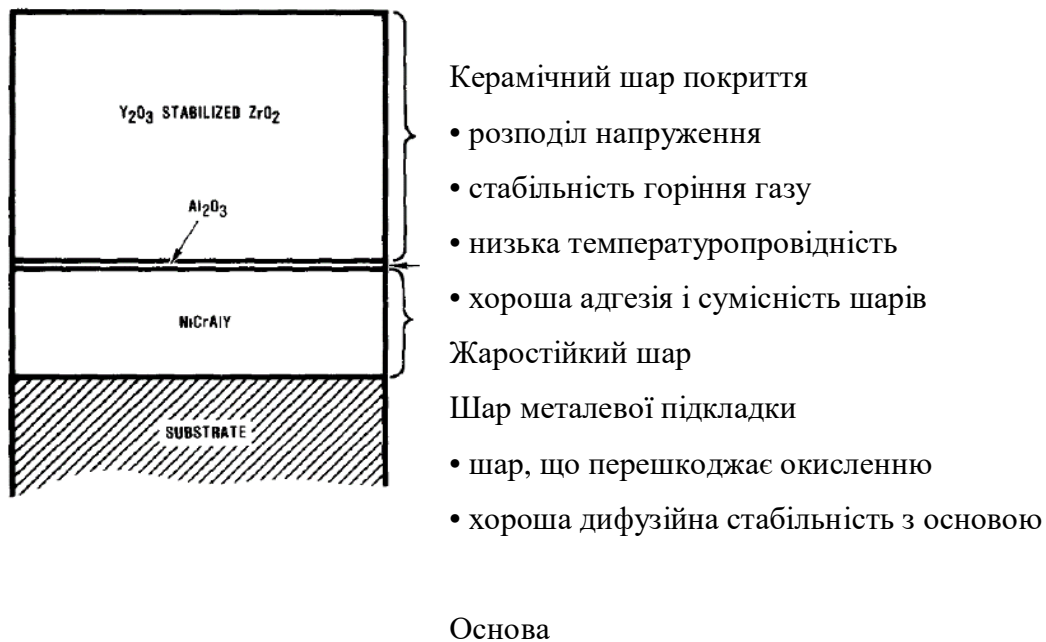


Рис. 1. Конструкція теплозахисного покриття [3, 6].

На відміну від жаростійких покриттів, ТЗП захищають не тільки поверхню лопаток від високотемпературної корозії, але і матеріал лопатки від знеміцнення в результаті впливу високих температур. Зовнішній шар ТЗП формується на основі кераміки  $ZrO_2 - (6-9\%) Y_2O_3$ , який за результатами численних досліджень має низьку теплопровідність і високу довговічність.

Основну складність в створенні ТЗП для лопаток турбін представляє поєднання кераміки, розташованої на поверхні лопатки з жароміцним сплавом, з якого вона виготовлена. Істотна відмінність в коефіцієнтах термічного розширення кераміки і жароміцного сплаву ( $\Delta\alpha \sim 5-6 \cdot 10^{-6}$  град $^{-1}$ ) призводить до утворення при циклах “нагрів - охолодження” високих термічних напружень в кераміці і в кінцевому рахунку до сколювання керамічного шару з поверхні.

Для робочих лопаток турбін в даний час використовується тільки електронпроменева технологія нанесення керамічного шару [5].

Забезпечення працездатності деталей в умовах високих температур тягне за собою створення нового покоління теплозахисних покриттів. Одним з варіантів вирішення даної задачі є нанесення багатшарових теплозахисних покриттів, які не тільки захищають від високотемпературної корозії, але і запобігають розвитку процесів повзучості [2, 3].

Однак при напиленні термобар’єрного шару на різні сталі і сплави можуть створюватися умови, коли міцності утримання покриття недостатньо. Рациональніше було б напилювати покриття на обмежену номенклатуру сплавів, з якими добре схоплюються покриття, і які міцно з’єднуються з металом деталі, тобто напиляти термобар’єрний шар на обмежену номенклатуру підкладок.

Для отримання високих характеристик конструктивної міцності поверхневих шарів необхідно застосовувати різні методи нанесення покриттів, що дозволяють захистити матеріал основи від зовнішніх впливів, підвищити термін служби деталей і скоротити витрати на ремонт зношеного обладнання.

### Список літератури

1. Защитные покрытия : учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
2. Фроленкова О. В. Забезпечення якісних характеристик напиленого термобар’єрного шару ельборовим шліфуванням : дис. канд. техн. наук : 05.02.08. Одеса, 2021. - 140 с.
3. Лебедев В. Г. Обеспечение качественных характеристик напыленного термобарьерного слоя  $ZrO_2+Y_2O_3$  на металлической подложке при шлифовании эльборовыми кругами / В. Г. Лебедев, О. В. Фроленкова // Инженерия поверхности и реновация изделий / Междунар. науч. - техн. конф. 29 мая — 2 июня 2017г.
4. [https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BOSEZEN/educational/sovrem\\_tehno1/Tab/05\\_glava\\_03.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BOSEZEN/educational/sovrem_tehno1/Tab/05_glava_03.pdf)
5. Тамарин Ю. А., Качанов Е. Б. Электроннолучевая технология нанесения теплозащитных покрытий. Новые технологические процессы и надёжность ГТД, ЦИАМ. Москва, 2008. - Вип. 7. - С. 144-158.
6. Современные теплозащитные покрытия для лопаток газотурбинных двигателей и оборудование для их получения / Н. И. Гречанюк, П. П. Кучеренко, И. Н. Гречанюк, О. П. Василега, Р. В. Минакова. *Наукові нотатки*, 2011. - №31. - С. 92–99.