

УДК 621.438:620.193/.199:621.793.7

Вишнепольський Є.В.¹, Бондарев А.А.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. гр. А-131.14 НУ «Запорізька політехніка»

**ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ
ТЕПЛОАВАНТАЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЗОТУРБІННИХ
ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ ПОКРИТТІВ**

У сучасному машинобудуванні спостерігається зростання вимог до надійності та ресурсу роботи відповідальних елементів газотурбінних двигунів. Особливо це стосується деталей гарячої частини, які працюють в умовах високих температур, значних швидкостей газового потоку та

агресивного середовища. У таких умовах класичні матеріали, навіть жароміцні сплави, не забезпечують необхідної тривалості експлуатації без додаткових технологічних рішень.

Аналіз умов роботи теплонавантажених деталей показує, що їх руйнування має комплексний характер. Вплив ерозійних процесів, високотемпературної корозії та циклічних термомеханічних навантажень призводить до поступового накопичення пошкоджень. Важливою особливістю є взаємне підсилення цих факторів, що ускладнює прогнозування ресурсу та вимагає системного підходу до захисту поверхні.

Одним із напрямів підвищення довговічності є використання функціональних покриттів, які дозволяють локально змінювати властивості поверхні без зміни базового матеріалу. При цьому застосування лише одного типу покриття не завжди забезпечує необхідний результат, оскільки між вимогами до теплозахисту та зносостійкості виникає суперечність. Пористі структури ефективні для зниження теплового потоку, але є вразливими до ерозійного впливу, тоді як щільні покриття краще протидіють механічному зношуванню, проте гірше виконують теплоізоляційну функцію.

Важливу роль у забезпеченні експлуатаційних характеристик відіграє не лише склад покриття, але й технологія його нанесення. Саме технологічні параметри визначають щільність структури, рівень пористості, адгезійну міцність та напружений стан у системі «покриття–основа». Це, у свою чергу, впливає на опір розвитку тріщин та загальну стійкість до руйнування.

Порівняння сучасних методів нанесення покриттів показує, що високошвидкісні енергетичні процеси мають суттєві переваги з точки зору формування структур із підвищеною щільністю та покращеними механічними характеристиками. Особливий інтерес становлять технології, які забезпечують формування сприятливого напруженого стану, здатного компенсувати експлуатаційні навантаження.

З урахуванням складної геометрії багатьох деталей газотурбінних двигунів виникають додаткові технологічні обмеження, пов'язані з рівномірністю нанесення покриття та доступністю окремих зон. Це потребує використання спеціалізованих підходів до організації процесу нанесення та контролю якості.

Таким чином, підвищення ресурсу теплонавантажених елементів є багатофакторною задачею, що включає вибір матеріалів, розробку структури покриття та оптимізацію технології його нанесення. Подальше дослідження в цьому напрямі має бути спрямоване на визначення оптимального поєднання матеріалів і технологічних параметрів, що забезпечують необхідний баланс між теплозахисними та зносостійкими властивостями.