

*Саранцев В.В., Пантелеенко Ф.И., Ивашко В.С., Азаренко Е.Л.  
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь  
Беляков А.В.*

*ОАО «Всероссийский теплотехнический институт», Москва, Россия*

## СОЗДАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ными факторами, определяющими надежность элементов оборудования тепловых электростанций (ТЭС), являются эрозия, абразивный износ, коррозия материалов элементов горячей части паровых турбин. Это в равной степени относится как к паровым турбинам паропередающих конструкций, так и паровым турбинам конденсационного цикла, в том числе и к турбинам паровых установок, как уже использующихся для выработки электроэнергии, так и перспективных конструкций. Наиболее чаще подвержены повреждениям и износу рабочие и направляющие лопатки, ленточный бандаж и шипы рабочих лопаток (РЛ) турбин. Из общего числа поврежденных рабочих лопаток больше половины приходится на долю лопаток последних трех ступеней турбин. Практически все отечественные заводы и зарубежные фирмы последние 40 лет ведут экспериментальные и теоретические исследования в области защиты от износа различных металлов и ищут новые методы восстановления работоспособности рабочих лопаток.

В результате проведения совместных исследований ОАО «ВТИ» и БНТУ были получены положительные результаты по формированию защитных покрытий на рабочих кромках лопаток турбин с применением технологии электроискрового легирования [1–2]. Для проведения ЭИЛ было разработано современное оборудование для выполнения работ по нанесению эрозионно-стойких покрытий в производственных условиях.

В процессе разработки новых материалов покрытий предложено использование порошковых композиций, способных к самораспространяющему высокотемпературному синтезу (СВС) [3]. Новые реагенты наносили на поверхность детали в виде суспензии. Затем прово-

дили ЭИЛ обработку. Были проведены исследования состава, структуры и физико-механических свойств композиционных покрытий с использованием порошковых смесей: а) Cr+2В; б) 2(Ti+2В)+Cr+2В; в) 3(Ti+С)+Cr+2В; г) Ti+В.

Структурные особенности полученных композиционных электроискровых покрытий были исследованы с помощью электронной микроскопии с элементным анализом (рис. 1). При проведении ЭИЛ по порошковому слою формируется композиционное покрытие (КП). В результате за один проход можно получить слой КП толщиной до 0,3 мм.

Микроструктурные исследования позволили установить, что формируется плотное беспористое мелкозернистое покрытие. Макроструктура покрытия по всей толщине однородна, а в легированной матрице присутствуют дисперсные частицы карбидов и боридов титана и хрома в металлической матрице.

Испытания на износ проводились при возвратно-поступательном движении образца со скоростью 5 мм/с относительно алмазного индентора с радиусом закругления острия 200 мкм. Нормальная нагрузка составляла 1,0 Н. Общая длина пути индентора по образцу составляла 50 м. Таким образом, за время проведения испытания индентор совершал 2500 проходов по образцу. В результате при испытаниях записывался график зависимости коэффициента трения от длины пути и исследовали поверхность образцов с композиционными покрытиями после исследований (рис. 2).

В результате созданное оборудование, технология, сочетающая СВС и ЭИЛ, успешно используется для проведения упрочняющих и восстановительных работ на деталях теплоэнергетического оборудования.

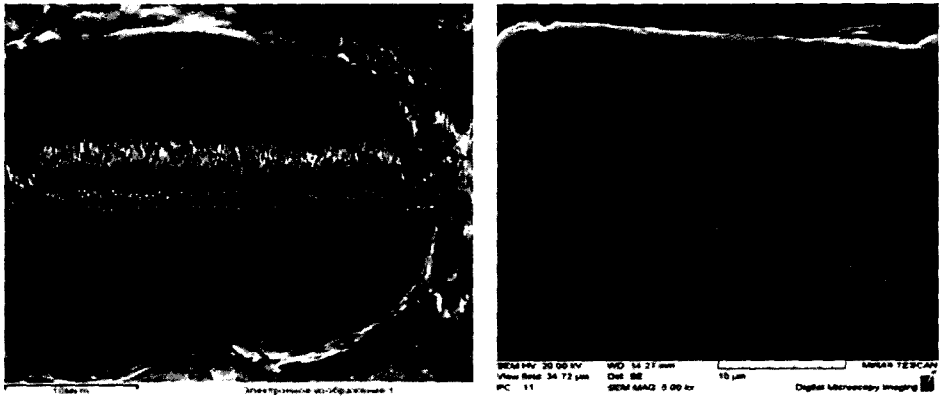


Рисунок 1 – Поперечные структуры композиционного покрытия с распределением элементов в поперечном направлении

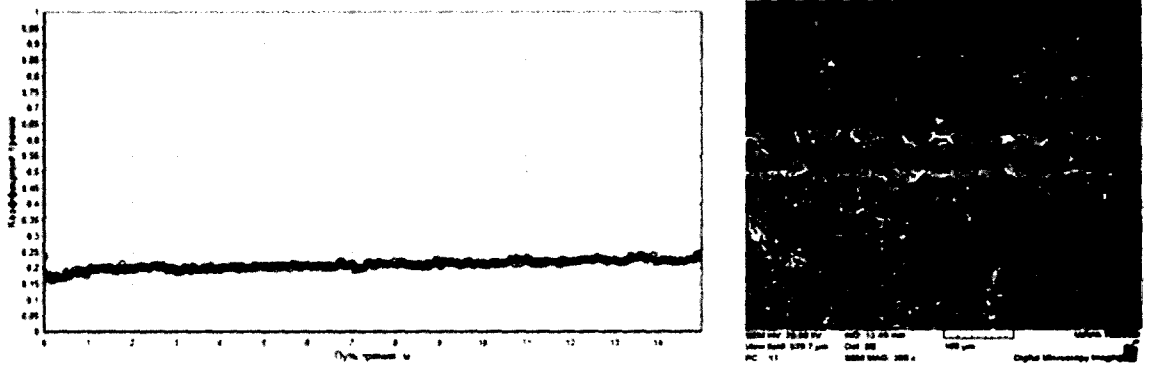


Рисунок 2 – Результаты испытаний на износ