

*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

Основными факторами, определяющими ресурс и надежность элементов оборудования тепловых электростанций (ТЭС), являются эрозия, абразивный износ, коррозия материалов элементов проточной части паровых турбин. Это в равной степени относится как к паровым турбинам старых конструкций, так и паровым турбинам нового поколения, в том числе и к турбинам парогазовых установок, как уже использующихся для выработки электроэнергии, так и перспективных проектируемых. 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. Практически все отечественные заводы и зарубежные фирмы последние 40 лет ведут экспериментальные и теоретические исследования стойкости от износа различных металлов и ищут новые методы восстановления работоспособности и защиты рабочих лопаток.

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

Для разработки новых материалов покрытий было предложено использование порошковых смесей способных к самораспространяющемуся высокотемпературному синтезу (СВС) [3]. Порошковые 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+C)+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.

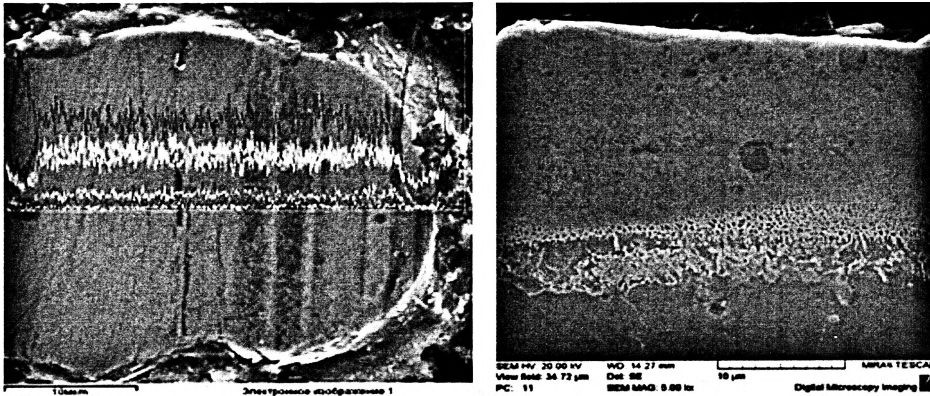


Рисунок 1 – Поперечные структуры композиционного покрытия с распределением элементов в поперечном направлении

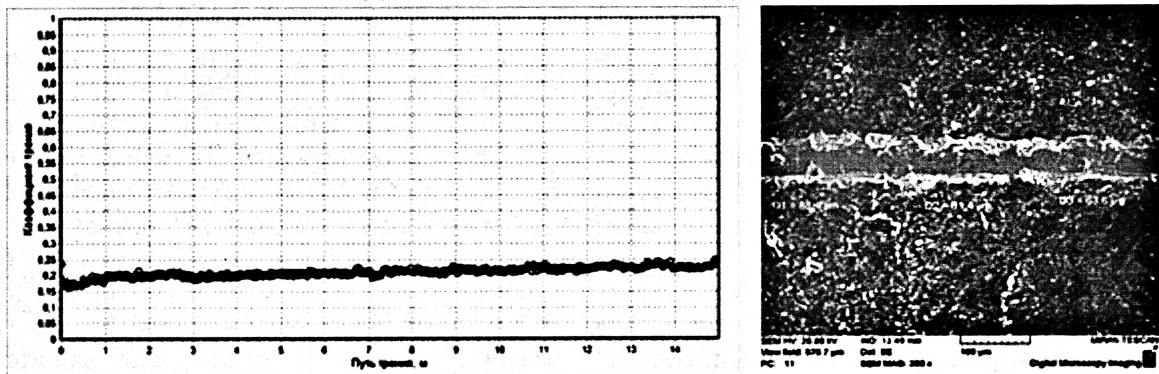


Рисунок 2 – Результаты испытаний на износ

Соловей Н.А.

ООО «НПФ «Элна»», Киев, Украина

## ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ НАПЛАВКИ И РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТО-МАРГАНЦОВИСТЫХ СТАЛЕЙ

Увеличение срока службы быстроизнашивающихся деталей – важнейшая проблема современного машиностроения. Из-за износа деталей и остановок оборудования, связанных с его ремонтом, ежегодные убытки в промышленности всех стран мира составляют многие миллиарды долларов. Одной из важнейших отраслей, где происходит постоянный и интенсивный износ деталей, является железнодорожный транспорт.

Использование электродуговой наплавки для восстановления рельсов, крестовин, остяков и других элементов пути, значительно увеличивает время эксплуатации железной дороги, дает весомую экономию за счет снижения расходов на замену элементов.

Для ремонта и наплавки элементов железнодорожных путей часто применяются самозащитные порошковые проволоки, которые обладают боль-

шими преимуществами. Порошковые проволоки дают возможность резко сократить разбрызгивание металла; улучшить формирование наплавленного металла, снизить вероятность образования дефектов и несоответствий наплавленного металла. Применение именно самозащитных порошковых проволок открывает большие перспективы перед применением данного вида материала для ремонта на месте рельсовых путей, поскольку они не требуют дополнительной защиты зоны сварки (наплавки) и снимают вопросы, связанные с доставкой материалов для дополнительной защиты зоны наплавки (защитный газ или флюс).

Главные требования, предъявляемые к рельсам и другим элементам железнодорожных путей – прочность и износостойкость. Чаще всего используются трудносвариваемые углеродистые и углеродисто-марганцовистые стали.

В связи с появлением запросов на наплавочную порошковую проволоку для восстановления и наплавки деталей из углеродисто-марганцовистых сталей, работающих на износ, сочетающийся с высокими контактными нагрузками на ООО «НПФ «Элна»» была разработана такая проволока марки ПП-Нп-15.

Разработанная самозащитная порошковая проволока обладает превосходными сварочно-технологическими свойствами: стабильным горением дуги, незначительным разбрызгиванием, отличным формированием валика наплавки и отделимостью шлака. Металл, наплавленный разработанной порошковой проволокой, хорошо обрабатывается при механической обработке, обладает хорошей стойкостью к трению металла о металл и к ударным нагрузкам. Также она может применяться для наплавки буферных и промежуточных слоев под наплавку твердых слоев. Будучи самозащитной, она является превосходным решением для восстановительной наплавки изношенных рабочих поверхностей углеродисто-марганцовистых железнодорожных рельсов и элементов пути.

Поставленные потребителям опытные, опытно-промышленные, а потом и промышленные партии порошковой проволоки марки ПП-Нп-15 получили высокую оценку. Данная марка порошковой проволоки может успешно применяться при ремонте и наплавке рельсов и элементов железнодорожных путей и успешно конкурировать с лучшими зарубежными аналогами.

*Тимофеев С.С., Ленив Я.Г.*

*Украинский государственный университет железнодорожного транспорта,  
Харьков, Украина*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ НАНЕСЕНИЕМ АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ**

Одним из путей повышения уровня эксплуатационной надёжности дизельной топливной аппаратуры, особенно вероятности её безотказной работы, является повышение качества её ремонта. В результате многочисленных исследований установлено, что в процессе эксплуатации транспортных дизелей плунжерные пары топливных насосов подвергаются, главным образом, абразивному изнашиванию. При восстановлении ра-

ботоспособности деталей триботехнических соединений, перспективным является применение способов позволяющих получать антифрикционные износостойкие покрытия, с заданными эксплуатационными свойствами на рабочей поверхности таких деталей.

Материалы покрытий, обладающих повышенными антифрикционными свойствами должны отличаться низкой микротвёрдостью и высокой