

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ЛОПАТКИ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: докт. физ.-мат. наук. член-корр.,
профессор Асташинский В. М., канд. техн. наук,
доцент Комаровская В. М.*

Для нанесения покрытий на лопатки газовых турбин требуются установки для нанесения покрытий на детали со сложной конфигурацией, с возможностью электронно-лучевого испарения и последующей конденсацией в вакууме металлических и неметаллических материалов, так как это самый точный способ конструирования подобных материалов на атомарном и молекулярном уровне. Одной из первых таких установок была многокамерная вакуумная установка для нанесения трехслойного покрытия с передвижением подложки из одной камеры в другую, в каждой из которых осаждается один слой. В рабочих камерах установки под защищаемой подложкой поочередно выставляются тигли с испаряемыми материалами. Подложка и параллельная к ней плита могут независимо вращаться и передвигаться. Данный вакуумный агрегат имеет следующий ряд существенных недостатков: низкую производительность, неоднородность структуры по их толщине, невозможность всестороннего нанесения покрытий на изделия, формирование защитного покрытия осуществляется лишь на стороне детали, которая обращена к испарителю.

Более продвинутой является установка УЭ-175 конструкции Института электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, детальное описание которой сделано в работе. У данных камер так же имеется ряд конструктивных недостатков. Из-за постоянных загрузки-разгрузки в форкамерах накапливается кон-

денсат из воздуха, который после этого при нагревании лопаток приводит к образованию оксидных пленок на их поверхностях. При следующем нанесении защитного покрытия наличие подобного разделительного слоя неминуемо приводит к отслоению покрытия при эксплуатации лопаток. Так же покрытия имеют неоднородный химический состав по толщине. Поэтому в конструкцию установки УЭ-175 было внесено ряд существенных изменений. Это обеспечило получение практически всего спектра защитных покрытий, от наиболее простых однослойных покрытий, до двухслойных и трехслойных. Слои могут чередоваться и достигать размеров от 0,5 до 1,2 мкм. Имеется возможность также получения покрытий с градиентом концентрации компонентов и соединений.

Следующим революционным шагом в создании нового поколения газотурбинных установок станет разработка неохлаждаемых лопаток из материалов на основе тугоплавких металлов и сплавов. Это необходимо для уменьшения катастрофического окисления при продолжительной эксплуатации. При этом отмечается, что для работы в области высоких температур (до 1573...2003 К) наиболее перспективным является использование интерметаллидов, прежде всего, силицидов. Но исследования, которые проводилось на протяжении трех последних десятилетий, не привели к созданию надежных силицидных покрытий, которые способны защищать изделия, изготовленные из тугоплавких металлов и сплавов на протяжении продолжительного времени в экстремальных условиях эксплуатации.