

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ИЭС им. Е.О.ПАТОНА В ОБЛАСТИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Ю.С.Борисов, А.Л.Борисова

Ин-т электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины, 03680, Киев, ул. Боженко, 11, Украина
borisov@paton.kiev.ua

Современная деятельность ИЭС им. Е.О.Патона в области газотермических покрытий развивается в основном в двух направлениях: разработке покрытий с новыми типами структур и создании новых методов газотермического напыления, включая разработку аппаратуры для их практической реализации.

К числу покрытий с новой структурой относятся покрытия, содержащие наноразмерные фазы, наличие которых повышает служебные свойства покрытий. Такие покрытия получены путем термообработки аморфизированных газотермических покрытий, при которой распад аморфной фазы ведет к выделению наноразмерных включений, например боридов железа. Другой путь формирования нанокompозитных покрытий состоит в использовании для напыления композиционных порошков, содержащих наноразмерный компонент (например TiCN), полученных методом механического легирования.

Квазикристаллический тип структуры газотермических покрытий придает им комплекс необычных свойств, в частности сочетание теплопроводности на уровне оксидов (ZrO₂) с коэффициентом термического расширения металла и др. Исследование процесса формирования квазикристаллических и аппроксимантных фаз при газотермическом напылении сплавов на основе AlCuFe позволило разработать основы технологии получения таких покрытий. Порошки для их напыления получены как путем газового распыления расплава, так и механического легирования.

За последнее время в ИЭС им. Е.О. Патона разработаны такие новые методы нанесения покрытий, как микроплазменное напыление и гибридный лазерно-плазменный метод. Микроплазменное напыление отличается от существующих плазменных методов использованием ламинарной плазменной струи малой мощности (1-2 кВт), позволяющей сократить диаметр пятна напыления до 1-3 мм.

Это обеспечивает высокую локальность зоны формирования покрытия. Повышенная энтальпия струи Ar-плазмы в сочетании с увеличением ее длины до 100-150 мм и подачей напыляемого порошка непосредственно в дуговой промежуток позволяет наносить покрытия из тугоплавких материалов. Разработана технология получения микроплазменных биокерамических покрытий с высокой степенью кристалличности и возможностью формирования текстуры. Использование микроплазменного распыления Ti-проволоки обеспечило возможность формирования Ti-покрытий с управляемой мультимодальной пористостью, которые нашли успешное применение в качестве покрытий на медицинских эндопротезах.

На основе результатов исследований ИЭС им. Е.О.Патона взаимодействия лазерного излучения с дуговым разрядом разработан интегрированный лазерно-дуговой плазматрон, в котором реализуется соосное взаимодействие луча CO₂-лазера со струей Ar-плазмы. Поглощение энергии лазера в Ar-плазме ведет к повышению ее температуры до (15-25)·10³ К и позволяет реализовать в ней газофазные процессы (в т.ч. для синтеза тугоплавких соединений) при атмосферном давлении в открытой среде. В этих условиях становится возможным при подаче в зону струи смесей CH₄+H₂ формирование в качестве продуктов процесса алмаза и алмазоподобного углерода (АПУ). Обработка такой струей поверхности стали позволила, за счет формирования слоя АПУ, повысить ее твердость до 35 ГПа, Ti-сплава до 20 ГПа в условиях нагрева основы 200-300°С.

Одним из видов гибридных методов нанесения покрытий, разработанных в ИЭС, является активированное лазерно-микроплазменное нанесение Ti-покрытий с использованием в качестве активных газов азота, метана и двуокиси углерода. Микротвердость Ti-покрытий, упрочненных дисперсными включениями TiN, TiC, TiCN, достигает 13-17 ГПа.