

# ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ Ti-V-Cu, ОБЛАДАЮЩИХ ВЫСОКОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ

*Романов Д.А., Будовских Е.А.*

*д-р физ.-мат. наук, проф. Громов В.Е.*

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,  
г. Новокузнецк, romanov\_da@physics.sibsiu.ru

Современная электротехника сталкивается с рядом проблем, стимулирующих разработки в области создания электроконтактных материалов. Объемные материалы системы TiV<sub>2</sub>-Cu обладают высокой электроэрозионной стойкостью. В последнее время альтернативой созданию объемных материалов все чаще выступает формирование аналогичных покрытий, являющееся экономически более эффективным.

В последние годы разрабатывается метод электровзрывного напыления (ЭВН) покрытий. Он позволяет получать высококачественные беспористые покрытия, обладающие адгезией с основой на уровне когезии и высокими функциональными свойствами. Одной из областей применения этого метода является модификация поверхностных слоев материалов электротехнического назначения. Путем изменения параметров воздействия метод позволяет, как наносить покрытия из продуктов взрыва проводников, так и осуществлять формирование композиционных покрытий. ЭВН – это метод нанесения упрочняющих покрытий из продуктов электрического взрыва фольги и порошковых навесок на поверхность материалов. Метод позволяет формировать покрытия с высокой адгезией и различной структурой. ЭВН без оплавления поверхности основы позволяет получать единичные слои из того или иного вещества, либо при многократном нанесении единичных слоев разных материалов – композиционные покрытия со слоистой структурой. ЭВН с оплавлением поверхности и перемешиванием наносимых материалов с материалом основы позволяет получать композиционные покрытия с наполненной структурой, когда в матрице одного металла расположены включения других фаз.

Цель настоящей работы заключалась в формировании методом ЭВН композиционных покрытий системы Ti-V-Cu с наполненной структурой «медная матрица – включения TiV<sub>2</sub>».

ЭВН покрытий проводили на модернизированной электровзрывной установке ЭВУ 60/10М. Режим термосилового воздействия на облучаемую поверхность задавали выбором зарядного напряжения емкостного накопителя энергии установки, по которому рассчитывали поглощаемую плотность мощности. При формировании покрытий ее величина обеспечивала оплавление поверхности и перемешивание меди и диборида

титана в жидком состоянии с последующим теплоотводом в объем медных образцов. Для увеличения толщины покрытия обработку повторяли.

Методом СЭМ установлено, что после нанесения покрытий на поверхности неравномерно распределены многочисленные деформированные закристаллизовавшиеся микрокапли диаметрами от 1 до 30 мкм, осевшие на ней из тыла струи.

При напылении происходило перемешивание меди и диборида титана, а при последующем теплоотводе в объем образцов – кристаллизации покрытия. Согласно сканирующей электронной микроскопии толщина покрытий при однократной обработке составляет 35...40 мкм. При повторных обработках толщина покрытия увеличивается пропорционально напылению единичных слоев. После обработки формируется структура, представляющая собой глобулярные включения диборида титана с размерами порядка 1...10 мкм в медной матрице.

На границах покрытий с основой вследствие термосилового воздействия плазменной струи на поверхность, нагреваемую до температуры плавления, формируется мелкоразмерный волнообразный рельеф, который позволяет увеличивать адгезию. Важной особенностью обработки является проникновение отдельных частиц диборида титана в основу на глубину до нескольких микрометров.

Оптическая интерферометрия показала, что параметр шероховатости  $Ra = 2$  мкм. Рентгеноспектральный анализ показал наличие в покрытиях фаз диборида титана и меди.

Таким образом, впервые способом электровзрывного напыления получены композиционные покрытия из диборида титана и меди. Параметр шероховатости поверхности покрытий  $Ra = 2$  мкм. Обработка приводит к формированию микрокристаллической композиционной наполненной структуры «медная матрица – включения диборида титана» с равномерным распределением по объему диборида титана и меди. Покрытия имеют толщину 35...40 мкм. При повторных обработках толщина покрытия увеличивается пропорционально напылению единичных слоев. Включения диборида титана имеют размер порядка 1...10 мкм. Граница покрытия с основой имеет волнистый рельеф, а вблизи нее формируется зона взаимного смешивания диборида титана и меди.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (гос. контракт № 14.740.11.1154)*