

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ TiN ПОКРЫТИЙ НА ЛИСТОВОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ В ПЛАЗМЕ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ИСПАРИТЕЛЯ

И.Н. Жоглик

Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск

Разработан процесс получения пластичных защитно-декоративных TiN покрытий на габаритных листах зеркальной нержавеющей стали, устойчивых при механической обработке и длительной эксплуатации в условиях атмосферной коррозии

В процессе формирования защитно-декоративных TiN покрытий на габаритных листах зеркальной нержавеющей стали для применения в строительстве, в частности, куполов храмов и др. аналогичных объектов, необходимо получение определенных пластических свойств покрытий, при которых изготовление строительных конструкций с загибом листов на 360 градусов с достаточно малым радиусом 0,3 мм (фальцовка) не должно приводить к повреждению покрытий.

Пластичность TiN покрытий значительно ниже, чем у нержавеющей стали, внутренние напряжения в покрытии при сжатии и растяжении возрастают до уровня, разрушающего покрытие. Потребителю необходима продукция, обладающая стойкостью при изгибах.

Также существует определенный риск повреждений зеркальной поверхности микродуговыми пробоями в процессе нанесения покрытий, которые вызывают неустранимый брак на зеркальной поверхности. Микродуги возникают по объективным причинам, природа их появления обусловлена наличием отрицательного потенциала подложки в плазме, который необходим для синтеза нитрида титана.

При этом происходит притягивание положительно заряженных ионов титана, отталкивание электронов плазмы, которые в приповерхностном т.н. двойном электрическом слое или слое Дебая производят активацию молекулярного азота и формирование нитридтитанового покрытия. Распределенный электронный ток от подложки к массе, равный по величине ионному току на подложку (как правило, несколько Ампер) и обратный по направлению, в случае подпитки дополнительным электронным током, вызванным коронным разрядом на острых кромках подложки, испарением газов из пор и загрязнений в поверхностном слое материала подложки и др. аналогичными источниками дополни-

тельных частиц в плазме, электронный ток подложки лавинообразно возрастает и превращается в микродуговой разряд с эрозионным повреждением поверхности подложки.

Применение устройств защиты от микродуг частично снижает остроту проблемы, однако, в нашем случае, при работе с подложкой максимальных размеров для определенной вакуумной камеры, при которых ионный ток плазмы вакуумного электродугового разряда также максимален, устройства электронной защиты не обеспечивают эффективную защиту от микродуговых пробоев. Возникла необходимость поиска других способов предотвращения микродуговых повреждений.

Работа направлена на повышение пластических свойств защитно-декоративных TiN покрытий на тонколистовой нержавеющей стали и радикальное снижение повреждающего действия микродуговых пробоев на зеркальной поверхности.

В промышленных вакуумных установках с электродуговыми испарителями ускоряющий потенциал подается от источника постоянного напряжения через устройство защиты от перегрузки по току. Однако, устройства защиты обычно эффективны при общей перегрузке или коротком замыкании, они не могут предотвратить кратковременные микродуговые пробои т.к. время срабатывания защиты в сотни раз больше времени лавинообразного процесса развития микродугового пробоя. Формирование нитрид титановых покрытий в условиях постоянного ускоряющего потенциала, приводит к получению твердых хрупких пленок упрочняющего класса с высоким уровнем внутренних напряжений, покрытия при механическом изгибе листа, растрескиваются и могут отслаиваться при эксплуатации.

Для нанесения покрытий использовалась промышленная установка ВУ-700. В качестве источника плазмы применялся линейный электродуговой испаритель (ЛЭДИ).

Экспериментально показано, что оптимальной устойчивостью к развитию микродуговых пробоев обладают импульсные источники напряжения с пилообразной формой импульса. Такую форму импульсов формируют с помощью полупроводниковых ключей, время включения, т.е. фронт импульса должен быть не более 0,01 мс, длительность импульса может составлять 1...10 мс. С помощью линейного электродугового испарителя, оснащенного сепаратором-активатором и синхронизированным импульсным источником ускоряющего потенциала, обеспечивается формирование на поверхности листов нитрид титановых покрытий с высокой равномерностью цвета и стабильной повторяемостью. При синтезе нитрида титана чередующимися импульсами сепаратора-активатора и ускоряющего потен-

циала, за счет комбинации двух механизмов формирования синтетических вакуумных конденсатов – синтез ионов титана с активированным азотом внешним электрическим полем сепаратора-активатора, и синтез ионов титана с активированным азотом ускоряющим потенциалом, т.е. комбинацией «мягких» и «жестких» условий конденсации, на нержавеющей стали формируются TiN покрытия с мелкодисперсной структурой, обладающие повышенной пластичностью.

Примеры использования продукции приведены на рис. 1, 2.



Рис. 1. Крест на памятнике героям Отечественной войны 1812 г. в Полоцке



Рис. 2. Купол храма в д. Бережок

С использованием получаемого материала по разработанной технологии нанесения пластичных TiN покрытий ярко золотистого цвета на листах зеркальной нержавеющей стали размерами 500 x 1600 мм, покрыты купола Православной церкви Могилевской епархии г. Могилев, Свято Вознесенской церкви г. Чаусы, храма архангела Михаила д. Сынковичи, Спасо-Вознесенский храма г. Горки, Свято-Михайловский собора г. Слуцк, Спасо-Преображенского храма г. Шклов, храма Державной иконы Божьей Матери г. Ивацевичи, храма святого великомученика Пантелеймона г. Гомель, храма иконы Казанской Божьей Матери в д. Барколабово, храма Рождества Иоанна Предтечи г. Минск, храма Андрея Первозванного г. Минск, Александроневский кафедрального собора г. Мстиславль и многие др.