

Технические возможности увеличения долговечности оборудования

Тарасов Ю.И., Арабей М.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Современная быстроразвивающаяся промышленность испытывает потребность в материалах, которые способны длительное время выдерживать высокие механические и тепловые нагрузки, хорошо противостоять вредному воздействию износа, агрессивных сред и других нагрузок.

В определенной мере эта проблема решается применением ионно-плазменных покрытий методом вакуумного напыления. Вакуумное нанесение покрытий охватывает технологии, используемые сегодня во многих отраслях промышленности: напыление в вакууме, распыление, химическое осаждение покрытий из парогазовой фазы.

Для группы методов напыления в вакууме характерными являются газорассеивающее нанесение покрытий, реактивное напыление, ионное осаждение, активированное реактивное ионное осаждение, активированное реактивное напыление.

Реализация метода магнетронного распыления была осуществлена на модернизированной установке резистивного напыления, в вакуумной камере которой был установлен круглый магнетрон.

Магнетрон состоял из анодного узла, экрана, который окружал анодный узел, с размещенной внутри магнитной системой. Рабочая камера установки откачивалась до остаточного давления $(2,6 - 4,4) \times 10^{-3}$ Па, в качестве рабочего газа использовался аргон.

При включении блока питания магнетрона производилось нанесение металлических покрытий на основе нитрида титана на листовое стекло. После завершения процесса напыления вакуумная Камера разгерметизировалась, образцы выгружались и исследовались.

Исследование образцов проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Сущность метода состоит в способности свободных атомов элементов, находящихся в слое плазмы, селективно поглощать свет. Метод позволяет идентифицировать состав всех структурных элементов покрытий и диффузионные

процессы в исследуемых материалах, а также дает представление о распределении элементов в покрытиях.

Полученные результаты свидетельствуют, что метод магнетронного распыления обладает возможностями нанесения металлов и сплавов с высокими скоростями напыления и дает хорошие качественные характеристики покрытий.

Однако применение ионно-плазменных, гальванических покрытий для защиты оборудования от нагрузок в сочетании с методами химической, термической, механической обработки в различном их сочетании радикально решить проблему не может.

Поэтому в основу разработки нового класса материалов был заложен принцип, заключающийся в том, что работа разнородных материалов дает эффект, эквивалентный созданию материала, свойства которого отличаются от свойств каждого из его составляющих. Одним из видов этого класса материалов являются композиционные электрохимические покрытия (в дальнейшем – КЭП).

КЭП представляют собой металлическую матрицу с вкраплением мелкодисперсных частиц твердой фазы неорганического или органического происхождения. КЭП совмещают в себе свойства металлов и неметаллов, характеризуются повышенными износостойкостью, жаропрочностью, микротвердостью, более высокой коррозионной стойкостью.

Изучение свойств КЭП на основе цинка с триоксидом молибдена проводилось после их формирования на катоде в стандартном цинковом электролите-суспензии.

Полученные образцы КЭП подвергались электронно-микроскопическому анализу для определения структуры поверхности покрытий, а также образцы КЭП подвергались испытаниям на износостойкость и стойкость в коррозионной среде.

При формировании покрытий металлов из раствора процесс обычно состоит из трех основных стадий: зародышеобразование; рост зародышей с образованием зерен; рост и агломерация зерен с образованием крупных агрегатов.

На рис. 1 представлен снимок цинкового покрытия. Просматриваются зерна цинка различного размера $150 \div 700$ нм, встречаются крупные агрегаты размером 1,2 мкм. Включение в состав покрытий оксидных частиц существенно меняет морфологию их поверхности: она становится менее гладкой с более развитым рельефом.

На рис. 2 представлен снимок поверхности КЭП. При введении частиц триоксида молибдена появляется вторичная структура, покрытие состоит из крупных агломератов размером 1,3 – 1,8 мкм, на их поверхности находятся более мелкие частицы от 40 до 400 нм.

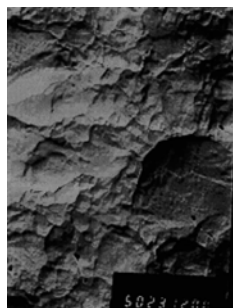


Рис. 1. Увеличение 20 тыс.



Рис. 2. Увеличение 4 тыс.

Износостойкость образцов КЭП оценивалась по потере массы образца в условиях сухого трения и сравнивалась с цинковым покрытием, осажденным из стандартного электролита цинкования.

Коррозионная стойкость оценивалась по потере массы образца при растворении в 1 н растворе серной кислоты в течение 2 часов при температуре 70 °С. На основании проведенных экспериментов были получены результаты, отраженные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Износостойкость образцов

Наименование образца	Потеря массы образца, мг/см ²		
	30 мин	60 мин	120 мин
Цинковое покрытие	2,0	3,5	17,6
КЭП	3,4	4,7	5,1

Таблица 2. Коррозионная стойкость образцов

Наименование образца	Потеря массы образца, мг/см ²		
	30 мин	60 мин	120 мин
Цинковое покрытие	0,90	2,25	3,90
КЭП	0,40	2,05	3,00

Анализ приведенных данных свидетельствует о возможности получения покрытий методом магнетронного распыления и композиционных электрохимических покрытий с улучшенными характеристиками.