

МОНИТОРИНГ ПРОЧНОСТНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ МЕТАЛЛО- ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ

Агеев В. А., Вершыня А. К.

ГНУ ФТИ НАН Беларуси, г. Минск, phti@tut.by

Обострение конкурентной борьбы и ужесточение сертификационных требований стимулирует совершенствование методов модификации поверхности изделий для обеспечения определенного комплекса физико-химических свойств, среди которых не последнюю роль играют защитно-декоративные характеристики. Среди различных методов поверхностной модификации широкое распространение получило плазменно-вакуумное напыление тонких пленок, в частности, металло-диэлектрических мультислойных оптически прозрачных защитно-декоративных покрытий (ЗДП), обеспечивающих псевдохромное окрашивание изделий. Одной из важных эксплуатационных характеристик ЗДП является адгезионная прочность, величина которой, в основном, определяется свойствами переходного слоя, формируемого при физико-химическом «сшивании» металлической обрамляющей среды с диэлектриком. С другой стороны, характеристики этого слоя (толщина, показатель преломления и коэффициент поглощения) ответственны за спектральный коэффициент отражения всей системы и, следовательно, сказываются на цветовом исполнении.

В этой связи были сопоставлены результаты экспериментальных исследований адгезионных (метод нормального отрыва) и оптических (спектрофотометрические методы) характеристик TiO_x и SiO_x пленок, формируемых на титановом подслое с использованием аксиально-симметричных вакуумно-дуговых испарителей с магнитной стабилизацией разряда и фокусировкой плазменного потока при сепарации абляционной металлической плазмы, а также несбалансированной магнетронной системы.

В целях оптимизации характеристик переходного слоя сформулирована задача минимизации нелинейной функции F , определенной на множестве допустимых параметров слоистой системы \bar{x} , решение которой сводилось к нахождению нулевого приближения функции:

$$F(\bar{x}) = \left[\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \{R(\bar{x}, \chi_i) - R_0(\chi_i)\}^2 \right]^{1/2},$$

где \bar{x} – вектор конструктивных параметров покрытия с координатами: $\bar{n}_j = n_j - i \cdot k_j$ – показатель преломления и d_j – толщина слоев ($j = \overline{1, m}$ и m – число слоев); L – число точек спектрального интервала $[\chi_1 = \lambda_0/\lambda_1, \chi_2 = \lambda_0/\lambda_2]$, в котором вычисляется текущий коэффициент отражения $R(\bar{x}, \chi_i)$; $R_0(\chi_i)$ – заданный коэффициент отражения.

Разработана программа синтеза многослойных псевдохромных ЗДП, предусматривающая оптимизацию слоев (в том числе, и переходного) как по показателям преломления, так и по толщине (в последнем случае модель покрытия использует информацию о дисперсии и неоднородности показателей преломления слоев, получаемую, в частности, расчетом из соотношения Гарнетта, диаграмм Арганда и по дисперсионным соотношениям Крамерса-Кронига).

Обсуждается возможный механизм формирования адгезионно-прочного переходного слоя минимальной толщины в условиях возбуждения состояний его атомной и электронной подсистем, реализующихся при саморадиации в процессе ионно-плазменного нанесения покрытий.