

Разработка численного алгоритма исследования скорости роста покрытий

Иванов И.А.¹, Касинский Н.К.², Томаль В.С.², Орлова Е.П.¹

¹ Белорусский национальный технический университет

² РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»

Работа выполнена в рамках задания 4.04/5 «Разработать численный алгоритм исследования скорости роста покрытий и формирования температурных полей» ГППИ «Композиционные материалы» в соответствии с календарным планом 2010 года.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы:

– показано, что плазменные потоки состоят из многозарядных ионов с угловым распределением заряженных частиц в пространстве по закону косинуса. Основные параметры потока формируются в результате газодинамического расширения плазмы из прикатодной области в вакуум. Это позволяет рассматривать дуговой испаритель как точечный источник, в котором для оценки скорости испарения катода достаточно знания интегральных характеристик процесса, таких как ток дугового разряда и коэффициент электропереноса. Поток плазмы электрически нейтрален, что позволяет вводить осредненные параметры для его описания.

– исследования морфологии поверхности, на примере вакуумно-плазменных покрытий цирконий-кремний-азот, позволило установить, что наибольшую шероховатость поверхности имеют покрытия на образцах, расположенных на максимальном удалении от оси испарителя. Полученные результаты позволили построить компьютерную модель, списывающую изменение шероховатости поверхности покрытий от давления технологического газа (азота) и тока дугового разряда.

– получено, что скорость роста покрытия падает с увеличением угла, образованного нормалью к поверхности основы и осью испарителя. Отношение скоростей осаждения при падении плазменного потока по нормали к поверхности к падению под углом ноль градусов составляет от 2,92 до 3,67 в зависимости от состава потока. При этом значимых изменений элементного состава покрытий (для систем титан-азот и титан-кремний) не наблюдается.

– на основе проведенных исследований разработан численный алгоритм расчета толщины осаждаемых покрытий. Проведен расчет изменения скорости осаждения различных материалов на элементарную поверхность, движущуюся в вакуумной камере по круговой траектории.

По результатам исследований опубликовано шесть научных работ, в том числе две в зарубежных изданиях (Франция и Россия).