

последствий для личности, ее формирования и развития. Поскольку обеспечение информационной безопасности детства является новым проблемным полем, то для ее обеспечения необходимо проведение различного рода мероприятий на разных уровнях.

УДК 621.793.1: 658.562

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ**

Д. Р. Попов<sup>1</sup>

Научный руководитель: М. Г. Гиорбелидзе, ассистент

Ключевые слова: ионно-плазменное напыление, вакуум, технологические факторы, качество покрытия

Вопросы повышения надежности и ресурса изделий авиационной и космической техники продолжают оставаться актуальными направлениями. Решение этих вопросов возможно путем нанесения специальных покрытий разными методами. Достаточно широкое распространение получили способы осаждения покрытия в вакууме посредством ионно-плазменных технологий. В этих технологиях струя плазмы, состоящая из атомов, ионов металла и электронов, генерируемая за счет электродугового испарения или ускорения в магнитном поле, осаждается на изделие в вакуумной камере. Отличительными особенностями таких потоков являются: высокая ионизация плазмы; средняя кратность ионизации ионов более единицы; высокая плотность потока материала, доставляемого потоком плазмы; высокая начальная энергия ионов в потоке, составляющая десятки эВ. Состояние плазмы вещества достигается с помощью катодного пятна. Его размер измеряется в микрометрах, но температура развивается такая, при которой любые материалы превращаются в высоко ионизированный газ. К преимуществам ионно-плазменного напыления относят:

- 1) высокое качество сцепления и равномерность покрытия;
- 2) неизменность стехиометрического состава поверхности изделия;
- 3) возможность покрывать деталь тугоплавкими и неплавящимися материалами;
- 4) контроль свойств напыления в процессе нанесения;
- 5) управление составом мишени в течение всего процесса;
- 6) возможность очищать поверхность подложки и растущего покрытия.

---

<sup>1</sup> Денис Русланович Попов, студент группы 3210-270302D,  
email: ruslanppv@rambler.ru

## LXX Молодёжная научная конференция

При всех достоинствах ионно-плазменное напыление имеет также ряд недостатков:

- 1) ограничение, заключающееся в возможности нанесения покрытий только из металлов и сплавов, так как катод должен быть электропроводным;
- 2) невысокая производительность процесса;
- 3) повышенная сложность технологии и оборудования;
- 4) ограниченность размеров изделия габаритами вакуумной камеры;
- 5) низкие показатели энергетических коэффициентов распыления, испарения и конденсации;
- 6) невозможность нанесения покрытий на внутренние и другие поверхности деталей, которые не имеют прямого доступа для плазменного потока.

Дальнейшее совершенствование технологии ионно-плазменного напыления невозможно без решения ряда вопросов, оказывающих существенное влияние на качество получаемого покрытия:

- 1) необходимо учесть взаимодействие плазмы с реакционными газами при переносе испаряемого материала;
- 2) необходимо учесть взаимодействие между поверхностью и частицами из атомарного потока и их влияние на протекание реакций при выращивании покрытий;
- 3) необходимо учесть электрообменные процессы между плазмой в потоке с поверхностью изделия в процессе осаждения покрытия;
- 4) обеспечить оптимизацию структуры многослойных и многокомпонентных систем для значительного повышения физико-химических свойств покрытия;
- 5) учесть влияние и установить закономерности технологической наследственности, обусловленной технологическим методом на структуру и свойства деталей с покрытиями;
- 6) установить влияние и закономерности основных технологических параметров процесса напыления на свойства осаждаемых покрытий;
- 7) определить оптимальные области реализации для многокомпонентных и многослойных покрытий.

Исследование и учет вышеприведенных факторов с последующей разработкой новых технологических режимов позволит повысить качество и ключевые свойства покрытий.