

ВАКУУМНО-ДУГОВОЙ МЕТОД ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент
Латушкина С. Д.*

Вакуумно-дуговое осаждение функциональных покрытий получило широкое распространение во многих отраслях машиностроения [1]. Уникальные возможности метода обусловлены особенностями используемой в нем вакуумной дуги как основного технологического инструмента. Вакуумно-дуговое нанесение покрытий – это физический метод нанесения покрытий в вакууме, путем конденсации на подложку (изделие, деталь) материала из плазменных потоков, генерируемых на катоде-мишени в катодном пятне вакуумной дуги сильнотоочного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода. Метод используется для нанесения металлических, керамических и композитных плёнок на различные изделия.

Вакуумно-дуговой процесс испарения начинается с зажигания вакуумной дуги, которая характеризуется высоким током и низким напряжением. Вакуумная дуга формирует на поверхности катода (мишени) одну или несколько точечных эмиссионных зон (“катодных пятен”), в которых концентрируется вся мощность разряда. В катодных пятнах развивается температура, достаточная для испарения и обращения в плазму любых металлов, в том числе и тугоплавких.

Так как дуга, по существу, является проводником с током, на неё можно воздействовать наложением электромагнитного поля, что используется на практике для управления перемещением дуги по поверхности катода, для обеспечения его равномерной эрозии.

В вакуумной дуге в катодных пятнах концентрируется крайне высокая плотность мощности, результатом чего является высокий уровень ионизации (30—100 %) образующихся плазменных потоков, состоящих из многократно заряженных ионов, нейтральных частиц, кластеров (макрочастиц, капель). Если в процессе испарения в вакуумную камеру вводится химически активный газ, при взаимодействии с потоком плазмы может происходить его диссоциация, ионизация и возбуждение с последующим протеканием плазмохимических реакций с образованием новых химических соединений и осаждением их в виде плёнки (покрытия). Толщина слоя (пленки, покрытия) пропорциональна плотности ионного потока на подложку и времени экспозиции. В присутствии реакционного газа (азота, кислорода, углеродсодержащего) в процессе конденсации металлической плазмы синтезируется слой соединений металла с данным газом (нитридов, окислов, карбидов). Высокая степень ионизации плазмы, достигающая для некоторых материалов почти 100%, позволяет с помощью магнитных полей управлять движением плазменных потоков (фокусировать, транспортировать, отклонять), а с помощью электрического поля, прикладывая отрицательный потенциал к подложке, – регулировать в широких пределах энергию конденсируемых ионов.

Покрытия TiN толщиной 1,5–2 мкм наносились на вакуумно-дуговой модернизированной установке УРМЗ 3.279.048 на полированные подложки из кремния и стали 12X18Н10Т, расположенные на неподвижно закрепленном подложкодержателе. Давление азота задавали в диапазоне 0,04–0,2 Па. Потенциал смещения составлял 100 В, и толщина покрытий изменялась путем увеличения времени осаждения.

Рентгеноструктурные исследования проводились на аппарате ДРОН-3М в фильтрованном излучении Cu-K α .

Существенное влияние на фазовый состав и структурные характеристики нитридтитановых покрытий оказывает давления реакционного газа. На всех дифрактограммах выявляются линии

нитрида титана TiN, который имеет кубическую решетку типа NaCl (JCPDS 38-1420). При этом установлено, что количество выявляемых линий этой фазы, их интенсивность, ширина и положение определяется давлением азота при осаждении.

Образование структурных напряжений обусловлено примесями, инородными включениями, границами блоков, фазовыми и структурными превращениями. При росте конденсат пресыщается различными дефектами кристаллического строения (дислокациями, внедренными или замещенными атомами примесей, избыточными вакансиями и т.п.), в нем существуют и микропоры. Тот факт, что в вакуумно-плазменных конденсатах структурные напряжения после конденсации носят сжимающий характер, указывает, что вызывающие их субструктурные изменения сопровождаются увеличением удельного объема конденсата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершина, А. К. Ионно-плазменные защитно-декоративные покрытия / А. К. Вершина, В. А. Агеев. – Гомель: ИММС НАНБ, 2001. – 172 с.

УДК 378.147

Семёнова П. В

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКУСА КОНТРОЛЯ У СТУДЕНТОВ БНТУ

БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ст. преподаватель Данильчик О.В.

Под самоконтролем понимаются действия, которые характеризуют человека как субъекта межличностных отношений, а также его поведение и самосознание. Это свойство человека проявляется в ответственности за все, что он делает, связанное с выдержкой и самообладанием. Происходит контроль