

3. Универсальность: на однотипном вакуумном оборудовании имеется возможность получать однородные слои металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков различной толщины.

А к основным недостаткам можно отнести:

1. Низкий коэффициент полезного действия, так как атомы исходного материала испаряются в разные стороны.

2. Невозможность получить одинаковое по толщине покрытие на изделии сложной формы.

3. Сложность предварительного нагрева исходного материала.

УДК 621.793

Ходосевич Д.А.

ВАКУУМНО-ДУГОВОЕ НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Латушкина С.Д.

Развитие современной техники характеризуется повышенными требованиями физико-механических и эксплуатационных свойств материалов. С увеличением содержания легирующих элементов физико-механические характеристики: прочность, твердость, износостойкость возрастают, но вероятность хрупкого разрушения повышается, также увеличивается и стоимость легированного металла.

В настоящее время за счет своей эффективности возрастает интерес к нанесению покрытий. Необходимость применения покрытия, прежде всего, обусловлена необходимыми эксплуатационными свойствами.

Существуют разнообразные методы нанесения покрытий, но одним из современных и наиболее интересных методов является вакуумно-дуговое нанесение покрытий или ионно-плазменное напыление.

Это физический метод нанесения покрытий (тонких пленок) в вакууме, путем конденсации на подложку (изделие) материала из плазменных потоков, генерируемых на катод-мишени в катодном пятне вакуумной дуги сильноточного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода. Метод используется для нанесения металлических, керамических и композитных пленок на различные изделия.

Физика процесса вакуумно-дугового испарения начинается с зажигания вакуумной дуги (характеризующимся высоким током и низким напряжением), которая формирует на поверхности катода (мишени) одну или несколько точечных (размерами от единиц микрон до десятков микрон) эмиссионных зон (так называемые «катодные пятна»), в которых концентрируется вся мощность разряда.

Локальная температура катодного пятна чрезвычайно высока (около 15000°C), что вызывает интенсивное испарение и ионизацию в них материала катода и образование высокоскоростных потоков плазмы, распространяющихся из катодного пятна в окружающее пространство. Отдельное катодное пятно существует только в течение очень короткого промежутка времени (микросекунды), оставляя на поверхности катода характерный микрократер, затем происходит его самопогасание и самоинициация нового катодного пятна в новой области на катоде, близкой к предыдущему кратеру. Визуально это воспринимается как перемещение дуги по поверхности катода. 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. 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). Заметная трудность в процессе вакуумно-дугового испарения заключается в том, что если катодное пятно остаётся в точке испарения слишком долго, оно эмитирует большое количество макрочастиц или капельной фазы. Эти макровключения снижают характеристики покрытий, так как они имеют плохое сцепление с подложкой и могут по размерам превосходить толщину покрытия (проступать сквозь покрытие).

Ещё хуже, если материал катода-мишени имеет низкую температуру плавления (например, алюминий): в этом случае мишень под катодным пятном может проплавиться насквозь, в результате чего или начнёт испаряться материал опорного держателя катода, или охлаждающая катод вода начнёт поступать в вакуумную камеру, приводя к возникновению аварийной ситуации.

Для решения данной проблемы производят тем или иным способом непрерывное перемещение катодного пятна по большому и массивному катоду, имеющему достаточно большие линейные размеры. В основном, как уже упоминалось выше, для управляемого перемещения катодных пятен по поверхности катода используются магнитные поля.

Использование данного метода позволяет получать покрытия с различными характеристиками: термостойкость, жаростойкость, эрозионностойкость, износостойкость, коррозионностойкость.