

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Иванов И.А.*

Рассматриваются общие закономерности эрозионного испарения в вакуумной дуге однокомпонентных металлических катодов и особенности скорости роста покрытий на подложке.

I. Плазменные испарители с холодным испаряемым катодом нашли наибольшее распространение в настоящее время в промышленности. Это связано с преимуществами данных испарителей.

1. Нет особых требований к материалу анода и катода кроме электропроводности обоих электродов и немагнитность анода. Исключение могут составлять катоды из керамических сплавов.

2. Катод и анод в течении всего технологического цикла остаются интегрально холодными, что значительно упрощает конструкцию катодного узла, а это важно для обеспечения необходимого вакуума.

3. Рабочее давление 10^{-3} Па, что приблизительно на два порядка ниже по сравнению с разрядом магнетронного типа.

4. Высокие степень ионизации потока и энергия генерируемых частиц, что позволяет управлять потоком на стадии его транспортировки и получать высокую адгезию покрытий к основе.

Цель работы – изучить основные закономерности формирования плазменных потоков и их осаждение в вакуумных установках нанесения покрытий с холодным испаряемым катодом.

II. Формирование плазменных потоков, содержащих в ионизированном виде атомы материала осаждаемых покрытий, происходит при дуговом разряде в вакууме ниже 10^{-2} мм. рт.

ст. При этом дуговой разряд «горит» в режиме самогенерации за счет испарения одного из электродов. Эрозия катода в дуговом разряде происходит в катодных пятнах, хаотически перемещающихся по его поверхности с достаточно большой скоростью (до 10^{-2} м/с). Их возникновение обусловлено необходимостью переноса больших токов (до 10^3 А) через поверхность холодного и практически не эмитирующего проводника. Такая возможность реализуется в катодном пятне за счёт высокой концентрации энергии (плотность тока $j = 10^{10}..10^{11}$ А/м²) в малой (от 10^{-6} до 10^{-4} м) области на поверхности электрода.

III. Для катодной формы генерация в микропятнах может устанавливаться минимальное значение тока, ниже которого разряд устойчиво не горит. Критическое значение тока зависит от теплофизических характеристик материала катода и параметров электрической цепи питания. При необходимости реализации меньших скоростей генерации, допускаемых критическим значением тока, может использоваться импульсный катодный режим, в котором величина импульсного тока значительно превышает критическую, однако при этом величины усредненных по времени тока, электрической мощности и скорости эрозии могут быть как угодно малыми и регулируются в широких пределах изменением частоты следования импульсов.

IV. Метод ионно-плазменной вакуумной металлизации позволяет получать покрытия сложного состава. Одним из факторов, влияющих на функциональные свойства покрытий, является толщина осаждённого слоя. В камерах электродуговых вакуумных установок плотность потока материала расходуемого электрода неоднородна по объёму камеры.

V. Толщина титанового покрытия по мере удаления поверхности изделия от катода снижается с 5,2 до 2,0 мкм. На образцах, расположенных в центре потока на расстоянии от 200 до 400 мм. На образцах, расположенных на расстоянии

80..140 мм от оси потока осаждаемого материала, наблюдается повышение толщины покрытий от 0,4 до 0,8 мкм при увеличении расстояния от подложки до катода от 200 до 400 мм. Более резкое повышение толщины покрытия происходит на образцах, расположенных на расстоянии 20..40 мм от оси катода и 240..290 мм от катода. При этом скорость роста толщины покрытия пропорциональна скорости эрозии.

VI. В серийных установках используется вращающаяся карусель, на которой располагают изделия для нанесения покрытия. Поэтому наиболее целесообразно для сопоставления скорости осаждения покрытий В практике могут быть использованы графические методы определения характера покрытий по толщине, когда мы имеем построенную по экспериментальным данным зависимость распределения толщины покрытий секущей плоскости перпендикулярно оси катода. Применяя предложения методики и способы измерения толщины покрытий, в каждом конкретном случае представляется возможным разработать и осуществить, используя программное обеспечение, специальное устройство, способное изменять и управлять скоростью вращения карусели в вакуумной камере, что позволит равномерно наносить покрытия на поверхность изделий с достаточной и необходимой точностью.

Выводы: Формирование плазменных потоков протекает в дуговом разряде при давлении менее 10^{-2} мм. рт. ст. Это требует относительно высоких токов для поддержания разряда. Плотность плазменного потока неоднородна по объему вакуумной камеры.