

УДК 533.599

Модернизация устройства распыления материала катода вакуумной установки

Мацкевич Э. П., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: докт. техн. наук., профессор Иващенко С. А.

Аннотация:

В данной статье рассматривается проблема неравномерного нанесения покрытия. Предложено использовать специальные конические экраны для решения данной проблемы. Выявлены оптимальные размеры экрана и расстояние от катода, при котором достигаются наилучшие результаты.

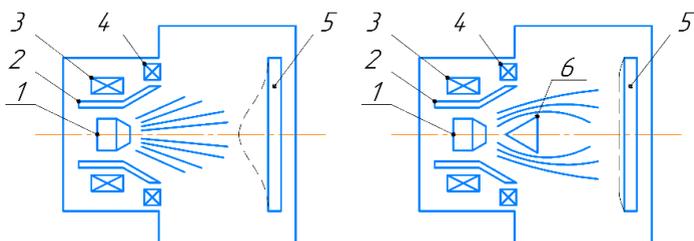
Метод вакуумно-плазменной металлизации, позволяющий осадить как тугоплавкие металлы, так и их химические соединения типа нитридов, карбидов и т. п., используется в основном для нанесения покрытий на поверхности прецизионных деталей. Основным фактором, влияющим на точностные параметры упрочняемых поверхностей, является толщина осажденного слоя. В камерах электродуговых вакуумных установок плотность потока материала расходуемого электрода неоднородна по объему камеры. Поэтому представляет интерес исследование пространственно-временного распределения толщины покрытия на поверхности деталей, размещенных в объеме камеры. При электродуговом методе имеет место значительная неравномерность толщины покрытия по длине основы, которая возрастает с увеличением тока фокусирующей катушки. Наибольший рост наблюдается по оси испарителя (около 70 %), и лишь при удалении от оси катода в радиальном направлении на 120 мм он падает практически до нуля.

В настоящее время известен ряд способов повышения равномерности вакуумно-плазменных покрытий. Основной из них заключается в придании детали сложного движения в пространстве вакуумной камеры [1]. Но для реализации этого способа необходимо изготовление специальных устройств, обладающих малой универсальностью.

Повышение равномерности покрытий возможно также за счет использования специальных фокусирующих систем, позволяющих

равномерно распределить плазменный поток по длине детали [2]. Однако данные системы значительно усложняют конструкцию вакуумных установок, что препятствует их широкому использованию на практике.

Для получения равномерного покрытия на длинномерных деталях было предложено использовать специальные экраны. Данный способ основан на рассеянии плазменного потока с помощью непрозрачного экрана обтекаемой формы, находящегося под потенциалом анода и установленного по оси испарителя на определенном от него расстоянии (рисунок 1).



1 – катод; 3 и 4 – электромагнитные системы стабилизации разряда и фокусировки плазменного потока; 5 – основа с покрытием; 6 – конический экран.

Рис. 1 – Схемы осаждения вакуумных электродуговых покрытий на длинномерные основы прямым потоком (а) и с использованием конического экрана (б)

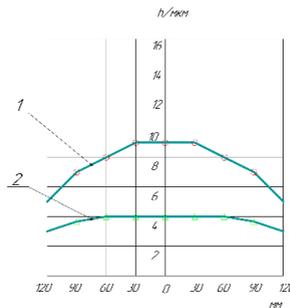
Степень равномерности покрытия регулируется изменением расстояния катод-экран и выбирается с учетом компромисса между производительностью и комплексом защитно-декоративных свойств покрытия. Кроме повышения равномерности покрытия экран обеспечивает частичную сепарацию плазменного потока, задерживая большую часть капельной фазы [3].

Была проведена серия экспериментов по определению формы, размеров экрана и его расположения в вакуумной камере. Установлено, что наилучшие результаты достигаются при использовании экрана в форме конуса с углом при вершине 60° и диаметром основания 40–50 мм (рисунок 2).



Рис. 2 – Фотографии конструкции конического экрана при исследовании равномерности осаждения покрытия по толщине на основе

Для определения оптимального расстояния катод–экран был проведен ряд экспериментов, в которых данный параметр варьировался в пределах 40–150 мм. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании конического экрана с диаметром основания 50 мм, установленного на расстоянии 85 мм от торца катода (см. рисунок 3). При этом перепад толщины покрытия не превышал 1 мкм по всей длине основы при сохранении достаточно высокой производительности процесса (8 мкм/ч).



1 – без использования экрана; 2 – с использованием конического экрана.

Рис. 3 – Радиальное распределение толщины покрытия TiN на основе при поперечном сечении плазменного потока на расстоянии 300 мм от катода

Качественные характеристики покрытия также оказались высокими за счет значительного уменьшения содержания капельной со-

ставляющей в объеме и на поверхности конденсата. Все это позволяет рекомендовать использование конических экранов для обеспечения равномерности вакуумно-плазменных покрытий на длинномерных прецизионных деталях.

Список использованных источников

1. А.с. 1494560 СССР, МКИ³ С23С 14/32. Устройство для нанесения покрытий в вакууме / И. И. Дьяков, Г. М. Юмштык, С. А. Иващенко.
2. Транспортировка плазменных потоков в криволинейной плазмо-оптической системе / И. И. Аксенов, В. А. Белоус, В. Г. Падалка, В. М. Хороших // Физика плазмы. – 1978. – Т. 4, № 4. – С. 758–763.
3. Фролов, И. С. Исследование равномерности и скорости осаждения вакуумно-плазменных покрытий / И. С. Фролов, С. А. Иващенко, Ж. А. Мрочек // Белорус. государ. политехн. академ. – Минск, 1999. – 9 с. – Деп. в ВИНТИ 7.06.99, № 1832–В99 // РЖ:14Б. Технология и оборудование механосборочного производства. – 1999. – №11Б335ДЕП. – С. 33.

УДК 66.071.6

Сравнительный анализ способов получения азота в промышленности

Мелешкевич Р. П., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Суша Ю. И.

Аннотация:

В промышленной сфере генерация азота требуется для обеспечения потребности предприятий и на продажу в виде жидкого азота или сжатого газа. Существует три основных способа по генерации азота в промышленной сфере: криогенный, мембранный, адсорбционный.