

Системы с источниками магнетронного распыления компании Angstrom Engineering могут оснащаться RF, DC, импульсными DC или MF электр. источниками

Специально сконфигурированные источники позволяют наносить магнитные материалы такие как Fe, Ni и Co гораздо проще и поддерживают возможность использования более толстых мишеней.

УДК 621.793

Гладкий В.Ю.

## НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ПОДЛОЖКИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Комаровская В.М.

Существует проблема нанесения покрытий на детали сложной формы при помощи термического испарения. Описанный ниже способ позволяет наносить материал на подложки сложной формы (рисунок 1).

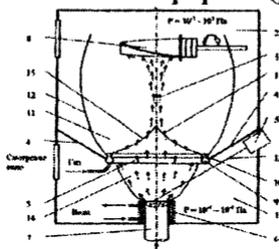


Рисунок 1 – Схема формирования покрытия

Камера испарения 1 и камера осаждения 2 соединены между собой отверстием 3 в общей стенке 4. В камере испарения расположены электронная пушка 5 и водоохлаждаемый тигель 6, в который помещают слиток испаряемого материала 7. В камере осаждения расположено изделие 8. Вокруг отверстия между камерами расположены средства для создания кольцевой сверхзвуковой струи газа, включающие кольцевую форкамеру 9, где создается необходимое избыточное давление, и кольцевое сопло 10. В камере осаждения истекающий из кольцевого сопла газ образует кольцевую сверхзвуковую струю 11. Струя имеет «бочкообразную» форму,

характерную для недорасширенной сверхзвуковой струи газа, истекающей в затопленное пространство. Позицией 12 обозначен висячий скачок уплотнения, отделяющий зону сверхзвукового течения от среды остаточных газов в камере. Во время процесса испарения и осаждения кольцевая сверхзвуковая струя позволяет поддерживать перепад давления между камерами. При проведении процесса поддерживают давление в камере испарения в диапазоне от  $10^{-4}$  до  $10^{-1}$  Па, в камере осаждения – в диапазоне от  $10^{-1}$  Па до атмосферного давления. Система включает вакуумный затвор между камерой испарения и камерой осаждения. Вакуумный затвор открывают непосредственно перед началом процесса осаждения и закрывают сразу же после окончания процесса осаждения. Это позволяет расходовать несущий газ только во время осаждения, а также производить быструю перезагрузку изделий в камере осаждения. Благодаря низкому вакууму в камере осаждения время, требуемое для откачки камеры до рабочего давления, после перезагрузки изделия может быть уменьшено до нескольких минут. Электронный луч 13 достигает поверхности испаряемого материала без потерь энергии на столкновения с молекулами остаточных газов. В результате нагрева поверхности слитка электронным лучом и испарения материала в камере испарения формируется поток пара материала 14. Большая часть потока пара проходит сквозь отверстие из камеры испарения в камеру осаждения и входит во внутреннюю часть 15 кольцевой сверхзвуковой струи газа. Захват пара происходит за счет вязкостного и диффузионного взаимодействия пара со струей газа. Захваченный струей газа пар транспортируется в осевой части 16 струи. Стрелками 17 показано направление линий тока – траекторий, по которым движутся микрообъемы пара. Во время транспортировки к изделию в камере осаждения пар материала окружен со всех сторон потоком газа. Поток газа препятствует боковому расширению пара и, таким образом, обеспечивает фокусирование потока

пара. При дальнейшем движении сверхзвуковая струя газа и пара натекает на препятствие – изделие. При этом, как известно, происходит торможение газа в прямом скачке уплотнения и возле поверхности препятствия – изделия образуется пристенная струя. При обтекании пристенной струей изделия пар осаждается из струи на поверхности изделия.

УДК 621.793

Гладкий В.Ю.

## **ПОДЛОЖКОДЕРЖАТЕЛИ УСТАНОВОК ТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Установки термического напыления используются в оптическом машиностроении для напыления пленок, улучшающих оптические свойства линз и других оптических изделий. В настоящее время в отечественной промышленности используются в основном установки белорусского и российского производства, такие как ВУ-1А и ВУ-2М, а также немецкие установки фирмы Leybold-Heraeus. Все они имеют схожую конструкцию и принципиально друг от друга отличаются мало.

Сам процесс термического напыления основан на конденсации паров напыляемого материала на поверхности подложки. Нагрев и испарение напыляемого материала производится испарителями различных конструкций. Ни один испаритель не обеспечивает равномерное распределение напыляемого материала на подложках. При использовании плоского подложкодержателя неравномерность толщины пленки составляет 20 % [1]. Толщина пленки в данной точке подложки определяется количеством частиц достигающих ее в единицу времени. Площадь испарителей во много раз меньше площади подложкодержателей, в результате добиться равномерности потока невозможно, что обуславливает неравномерность толщины формируемого покрытия. Как видно из рисунка 1 (а) скорость