

(деформируемость) керамического слоя. В основе этого явления лежит известное свойство пластичности нанокерамических материалов. Это связано с иным механизмом деформации материалов, имеющих нанокристаллическую сверхмелкодисперсную структуру.

Таким образом, в приведенных выше способах получения композиционной мембраны представляется перспективным использовать в качестве основы спеченные порошки металлов, а затем непосредственно на полученную основу наносить селективный слой из оксидов металлов либо оксидной керамики с применением или без применения подслоя.

Нами изготовлены экспериментальные образцы с нанесенным слоем из порошков оксида вольфрама на алюмосиликатную подложку с размером пор 10-15 мкм. Полученный мембранный слой характеризуется толщиной 100-150 мкм, имеет размер пор 1-3 мкм и пористость 25-40 %.

Выводы. Исходя из приведенных результатов, разработанные технологические приемы изготовления композиционных пористых материалов на основе алюмосиликатной керамики и оксидов вольфрама можно рассматривать как базовые для создания мембранных фильтроэлементов.

УДК 621.762.4

Бунто С.В.

## **ВАКУУМНЫЕ УСТАНОВКИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ МАГНЕТРОННОГО ТИПА**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

В настоящее время наиболее перспективными методами нанесения покрытий являются вакуумно-плазменные методы. Это обусловлено их экологической безопасностью, высокой чистотой технологических процессов и качеством продукции. Также известно, что в ионизированном или возбужденном состоянии атомы

и молекулы легче взаимодействуют друг с другом, делая процесс нанесения покрытий более эффективным.

Магнетронные распылительные системы (МРС) широко используются в технологиях нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами. Действие МРС основано на распылении поверхности катода-мишени ускоренными ионами, образующимися в плазме аномально тлеющего разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях, и формировании потоков атомов материала мишени в направлении поверхности, на которую осаждается покрытие.

Основными элементами МРС (рисунок 1) являются катод-мишень, анод и магнитная система. При подаче постоянного напряжения между электродами МРС инициируется аномальный тлеющий разряд. Наличие замкнутого магнитного поля у распыляемой поверхности позволяет локализовать плазму разряда в прикатодном пространстве, что позволило получить значительно большую плотность ионного тока при меньших рабочих давлениях, и, соответственно, обеспечить высокие скорости распыления. Электроны, образующиеся в результате вторичной ионно-электронной эмиссии, захватываются магнитным полем и движутся по замкнутым траекториям у поверхности мишени. Они оказываются в ловушке, создаваемой с одной стороны магнитным полем, удерживающим электроны у поверхности катода, а с другой стороны – тормозящим электрическим полем, отталкивающим их.

#### *Конструкции устройств*

Существует большое число разнообразных конструкций магнетронных устройств, отличающихся способом создания магнитного поля (в некоторых случаях его конфигурацией), конструкцией катодного узла и геометрией мишени.

Разработаны три базовые конструкции магнетронных устройств:

- цилиндрическая;
- планарная;
- с кольцевым конусообразным катодом.

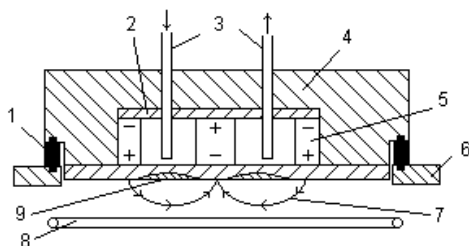


Рисунок 1 – Схема магнетронной системы ионного распыления с плоским катодом:

1 – изолятор; 2 – магнитопровод; 3 – система водоохлаждения; 4 – корпус катодного узла; 5 – постоянный магнит; 6 – стенка вакуумной камеры; 7 – силовые линии магнитного поля; 8 – кольцевой водоохлаждаемый анод; 9 – зона эрозии распыляемого катода

*Вакуумные установки нанесения покрытий магнетронного типа позволяют:*

- Получать покрытия практически из любых металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков без нарушения исходного соотношения компонентов распыляемой мишени;
- Наносить покрытия с широким интервалом скоростей напыления: 0,1-100 мкм/ч;
- Получать многокомпонентные и многослойные покрытия, отличающиеся высоким качеством и однородностью;
- Наносить покрытия в среде химически активных газов ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $SO_2$  и др.) и получать соединения на основе оксидов, нитридов, карбидов, сульфидов металлов и др. соединений, в т.ч. и тех, которые невозможно получить методами обычного термического испарения;
- Производить обработку изделий с целью их ионной очистки и активации перед нанесением покрытий в одном техническом цикле с нанесением покрытий;
- Наносить тонкопленочные проводящие, изолирующие покрытия на электронные компоненты; просветляющие, отражающие, защитные.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Данилин, Б.С. Магнетронные распылительные системы / Б.С. Данилин, В.К. Сырчин. – М.: Радио и связь, 1982.
2. Берлин, Е. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок / Е. Берлин [и др.]. – М.: Техносфера, 2007.
3. Жуков, В.В. Распыление мишени магнетронного диода в присутствии внешнего ионного пучка / В.В. Жуков // Журнал технической физики. – 2006. – Т. 76. – вып. 4.

УДК 621.52

Вишневский В.Ч.

### **УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

Технологические параметры процесса нанесения покрытий определяются способностью испарителя поддерживать испаряемое вещество при определенной температуре длительное время. Для большей части материалов, применяемых в практике вакуумной металлизации для получения покрытий, рабочие температуры составляют 1300..2500 К при давлении паров испаряемого вещества порядка 1,33 Па.

Отличительной особенностью электродуговых испарительных систем состоит в том, что помимо паров металла возникают ионизированные частицы. Эти частицы поддаются управлению электромагнитными или электростатическими полями и легко вступают в реакции с другими элементами. Последнее позволяет получить широкий спектр химических соединений при низких температурах поверхности упрочняемого изделия.

Применительно к проблемам вакуумной металлизации можно выделить некоторые характерные особенности электрической