

**ВАКУУМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ИСПАРИТЕЛИ***БНТУ, г. Минск**Научный руководитель: Койда С.Г.*

Качество пленок, получаемых путем термического испарения в вакууме, в значительной мере зависит от типа и конструкции испарителей. Применяемые для этой цели испарители сильно различаются по: конструкции, требуемой скорости испарения, количеству испаряемого вещества за один цикл загрузки, исходной форме распыляемого вещества и т.д.

В зависимости от способа нагрева испарители можно разделить на резистивные, индукционные, электронные, дуговые и лазерные.

В резистивных испарителях тепловая энергия для нагрева испаряемого вещества получается за счет выделения джоулева тепла при прохождении тока через нагреватель. Большим преимуществом резистивного нагрева является простота устройств электропитания, а также удобство контроля и регулирования режимов работы испарителя. В качестве материала для нагревателя используют алюминий, железо, медь и т.д. По конструктивным признакам резистивные испарители разделяют на проволочные, ленточные, тигельные и комбинированные.

Данный метод испарения металлов часто оказывается малопригодными из-за взаимодействия материала испарителя с испаряемым материалом. Это вызывает быстрое разрушение испарителя и загрязнение пленки образующимися летучими продуктами

В индукционных испарителях металл, подлежащий распылению, окружается индуктором, представляющим собой один или несколько медных водоохлаждаемых витков, по которым проходит ток высокой частоты. Созданное этим током переменное магнитное поле вызывает в металле вихревые токи, которые и нагревают его до температуры испарения.

К недостаткам индукционного метода нагрева следует отнести относительно высокую стоимость оборудования и низкий электрический КПД из-за необходимости применения преобразователей частоты, невозможность непосредственного распыления диэлектриков.

Метод нагрева электронной бомбардировкой имеет ряд преимуществ перед остальными методами. Так, с помощью фокусировки электронных пучков можно получить поток энергии с большой концентрацией мощности на сравнительно небольшой поверхности испарения, что позволяет испарять любые, даже самые тугоплавкие материалы.

К недостаткам метода следует отнести наличие высокого напряжения, что требует соблюдения определенных требований техники безопасности.

Испарение материала в дуговых испарителях осуществляется из областей быстро перемещающихся по поверхности катода катодных микропятен, число которых пропорционально току разряда, и являющихся интенсивными источниками пара, вследствие высокой плотности тока в пятне, что позволяет получить пленки из сплавов с сохранением компонентного состава.

Серьезной проблемой, с которой приходится сталкиваться при использовании метода является эмиссия микрочастиц и капель из катодного пятна, вызывающая проколы и наросты на пленках.

В лазерных испарителях нагрев испаряемого вещества помещенного в вакуум, осуществляется при помощи фокусированного излучения лазера, находящегося вне вакуумной камеры.

Большое достоинство этого способа заключается в том, что при испарении разогревается только небольшой участок испаряемого вещества, что позволяет исключить загрязнения, вносимые газоотделением из разогретых частей обычных испарительных систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Минайчев, В.Е. Вакуумное оборудование для нанесения пленок / В.Е. Минайчев. – М.: Машиностроение, 1978. – 60 с.
2. Данилин, Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок / Б.С. Данилин. – М.: Энергия, 1967. – 312 с.

УДК 621.793.1

Веришко М.В.

### **КОНСТРУКЦИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Койда С.Г.*

Эксплуатационные характеристики деталей со специальными свойствами можно улучшить нанесением на их поверхность вакуумных покрытий методом КИБ.

С учетом функции покрытия как «третьей среды» в паре трения [1], использование монослойных покрытий из одного тугоплавкого соединения не всегда удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к износостойким покрытиям. Поэтому в качестве износостойких все большее применение находят композиционные покрытия различного типа, обладающие улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. К таким относятся, в частности, многослойные (мультислойные) покрытия постоянного или переменного состава, а также полосчатые.

Многослойные покрытия. Нанесение качественных покрытий осуществляется с одной установки детали. Оптимальные толщины слоев покрытия находятся в следующих пределах: 1..2 мкм – присоединительный, 1..3 мкм – промежуточный, 3..5 мкм – рабочий. Чтобы адгезия с вышележащим слоем была максимальной толщина присоединительного и промежуточного слоев должно быть достаточно сплошным, что определяет нижний предел их толщин. Верхний предел толщин этих слоев