

## 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

ограничен возникновением значительных напряжений, отрицательно сказывающихся на работоспособности деталей с покрытиями. Принятая толщина наружного рабочего слоя (3...5 мкм) обеспечивает получение высоких эксплуатационных характеристик упрочненных поверхностей деталей.

Одним из перспективных направлений упрочнения деталей является получение износостойких композиций путем создания мультислойных систем-покрытий, состоящих из большого количества нано слоев, толщина которых составляет несколько периодов кристаллической решетки.

Мультислойные покрытия. Хорошие результаты по снижению тепловых нагрузок при формировании покрытий на металлические материалы дает импульсный режим, который даёт возможность формирование нескольких монослоев покрытия за время импульса и их охлаждение за время паузы.

Осаждение мультислойных покрытий проводится в условиях, не допускающих попадания на образцы капельной фазы. После нанесения каждого слоя покрытия выдерживалась пауза порядка 5..10 с. Большая продолжительность паузы соответствовала большей толщине слоя покрытия. Общая толщина покрытий составляла  $5 \pm 0,1$  мкм.

Наряду с многослойными и мультислойными покрытиями постоянного состава используются покрытия переменного состава, в частности, полосчатые покрытия, представляющие собой чередование мультислойных полос (участков) из износостойкого и антифрикционного материалов. В качестве антифрикционного материала может использоваться медь, бронза и некоторые другие пластичные металлы.

Формирование полосчатого покрытия осуществляется с помощью накладных масок (или экранов специальных устройств) с прорезями соответствующих размеров. Наряду с функцией формообразования, маски выполняют роль холодильных элементов, обеспечивая дополнительный отвод теплоты от поверхности детали и снижая тем самым температуру поверхности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Верещака, А.С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака, И.П. Третьяков. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. Иващенко, С.А. Газотермические и вакуумно-плазменные покрытия со специальными физико-химическими свойствами / С.А. Иващенко, С.И. Фролов, Ж.А. Мрочек. – Минск: Технопринт, 2001. – 236 с.

УДК 621.7

Галабурда Д.И.

### **МАГНЕТРОННОЕ НАПЫЛЕНИЕ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Фёдорцев В.А.*

Принцип магнетронного напыления основан на распылении материала, из которого изготовлена мишень для магнетрона, при его бомбардировке ионами рабочего газа, образующимися в плазме тлеющего разряда. Основные элементы магнетронной распылительной системы – это катод, анод и магнитная система, предназначенная для локализации плазмы у поверхности мишени – катода. Магнитная система, расположенная под катодом, состоит из центрального и периферийных постоянных магнитов, расположенных на основании из магнитомягкого материала. На катод подаётся постоянное напряжение от источника питания. Основные преимущества магнетронного способа распыления, при использовании мишени для магнетрона – высокая скорость распыления и точность воспроизведения состава распыляемого материала.

Установка магнетронного напыления позволяет получать покрытия практически из любых металлов, сплавов и полупроводниковых материалов без нарушения стехиометрического состава. В зависимости от состава рабочей атмосферы (долей кислорода, азота, диоксида углерода, сернистых газообразных соединений)