

11. Косицин, С.В. Влияние кобальта на структурно-фазовую стабильность и свойства сплавов Ni-Co-Cr-Al вблизи эвтектических составов / С.В. Косицин // ФММ. – 1999. – № 3. – С. 85–98.

УДК 621.52

Павленова В.А.

**ЭФФЕКТИВНАЯ ИОННАЯ ОБРАБОТКА
ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ВАКУУМЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО
СЕТОЧНОГО ЭЛЕКТРОДА**

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Федорцев В.А.

В последние десятилетие в приборо- и машиностроении все большее применение находят разные методы ионной обработки материалов, среди которых наиболее эффективным является метод ионной обработки с помощью высокочастотного (ВЧ) сеточного электрода, разработанный еще в начале 1970 г. в Государственном оптическом институте (г. Ленинград) [1].

Метод сочетает простоту и надежность ВЧ распыления с возможностью обработки оптических деталей сложной конфигурации и размеров. Схема установки для ионной обработки диэлектриков с помощью ВЧ сеточного электрода показана на рисунке 1.

В отличие от других известных методов ВЧ распыления в данной схеме ВЧ напряжение подается не на деталь, а на сеточный электрод из проводящего материала, который подключен к ВЧ генератору через емкость. Обрабатываемая деталь устанавливается непосредственно за электродом. При определенном давлении рабочего газа между ВЧ электродом и заземленным анодом 3 возникает газовый разряд. При отрицательном напряжении на электроде ионы вытягиваются из плазмы разряда и бомбардируют электрод и диэлектрическую деталь, пролетая сквозь сетку. При положительном напряжении электрод и деталь бомбардируются электронами, которые снимают наведен-

ный положительный заряд. Также как и при обычном ВЧ распылении, благодаря высокой подвижности электронов, положительное напряжение на электроде практически близко к нулю.

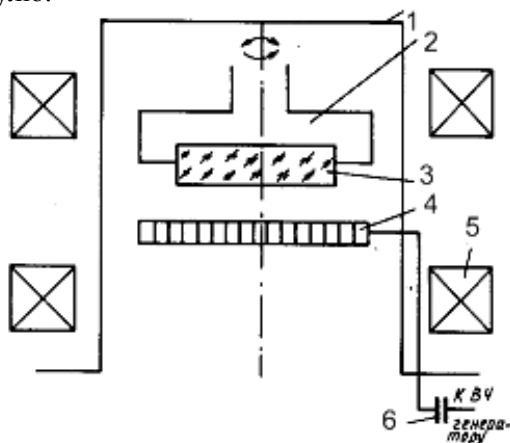


Рисунок 1 – Схема подколпачной арматуры:

1 – вакуумная камера; 2 – держатель образца; 3 – образец; 4 – ВЧ сеточный электрод; 5 – катушки Гельмгольца; 6 – разделительный конденсатор

Важнейшим элементом данной схемы ВЧ распыления является сеточный электрод. Конструкция электрода, как показали эксперименты, определяет не только эффективность, но и возможность ионной обработки диэлектрической детали. В процессе работы сетка подвергается ионной и электронной бомбардировке, в результате чего происходит ее распыление и нагрев. Следовательно, материал сетки должен иметь небольшой коэффициент распыления, быть термостойким, а конструкция электрода должна обеспечить сохранение его формы при нагреве.

Эксперименты показали, что наиболее удачной оказалась сетка, составленная из металлических пластин шириной 2–4 мм и толщиной 0,3–0,5 мм (рисунок 2).

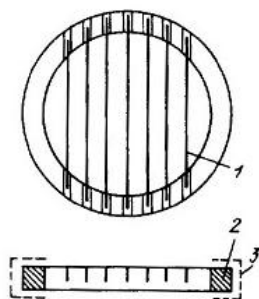


Рисунок 2 – Конструкция ВЧ сеточного электрода:
 1 – пластины электрода;
 2 – обойма электрода; 3 – заземлённый экран

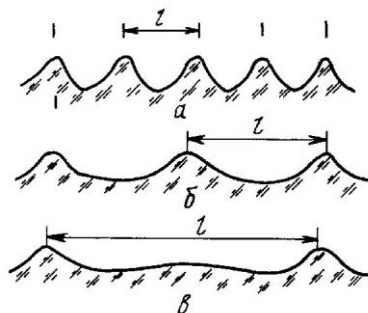


Рисунок 3 – Распределение съёма материала образца между пластинами электрода при различных расстояниях между пластинами:
 а – менее 3 мм; б – 3 мм; в – более 3 мм

В качестве материала сетки использовался никель, молибден, тантал. Пластины свободно крепились в пазах держателя, что обеспечило полное сохранение формы электрода при нагреве и его жесткость. Кроме того, такая конструкция обеспечивает хороший теплоотвод от пластин, на массивный держатель сетки.

При использовании ВЧ электрода, состоящего из пластин, установлено, что скорость распыления электрода относительно мала. Распыляется, в основном, торцовая грань пластин, в то время как боковые грани распыляются незначительно. Как показали измерения размеров пластин после 1000 ч работы, боковые грани распыляются на порядок медленнее торцов. Следует отметить, что сетка из напряженной металлической проволоки вообще непригодна для изготовления ВЧ электрода, так как скорость ее распыления высока, в том числе за счет угловой зависимости. В результате в процессе обработки превалирующим оказывается нанесение на деталь распыляемого материала сетки. Чтобы исключить

распыление нерабочих частей электрода, держатель пластин и все токонесущие элементы заключены в заземленные экраны.

Поскольку газовый разряд в описываемой системе под-держивается за счет электронной эмиссии из сеточного электрода, оказалось, что разряд обладает большей ста-бильностью, чем при ВЧ распылении диэлектриков. Эф-фективность обработки диэлектрической детали при этом зависит от расстояния между пластинами. На рисунке 3 показан профиль съема поверхности стекла К8 между пластинами ВЧ электрода (толщина пластин – 0,5 мм, ши-рина – 4 мм, длина – 120 мм, рабочий газ – аргон, напряже-ние – 1,5 кВ, плотность ионного тока – 2 *2сммА*) в зависи-мости от расстояния между пластинами. Максимальный съем при всех расстояниях оставался одинаковым при равном времени обработки.

При малых (до 3 мм) расстояниях между пластинами имеет место значительная экранировка ионного потока эле-ментами электрода. С увеличением расстояния между пла-стинами «прозрачность» ВЧ электрода растет при неизмен-ной скорости распыления образца. Однако при расстоянии более 3 мм начинается уменьшение скорости распыления центральной части образца, при дальнейшем увеличении расстояния между пластинами участок детали в центре во-обще бомбардироваться не будет. Для эффективности рабо-ты ВЧ электрода следует выбирать оптимальное расстояние между пластинами. В рассматриваемом случае оно составля-ет 3 мм. Эффективность работы электрода в плане оптими-зации конструкции не зависит от напряжения в пределах 1–4 кВ, плотности тока 1–4 *2сммА*, массы ионов от 20 до 130 а.е. Ширина пластин в пределах 2–4 мм не влияет на «прозрач-ность» электрода, т.е. не изменяет плотность ионного тока. Увеличение толщины пластин приводит к уменьшению «прозрачности» электрода, что можно использовать для управления съемом поверхности обрабатываемой детали.

Таким образом, оптимальные конструктивные параметры ВЧ сеточного электрода: ширина пластин – 4 мм, расстояние между пластинами – 3 мм, толщина пластин – 0,5 мм, материал пластин – молибден. Электрод такой конструкции, в основном, использовался при разработке технологии высокоточной размерной обработки и ионной регулики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габович, М.Д. Плазменные источники ионов / М.Д. Габович. – Киев: Наук думка, 1964.
2. Волчков, В.И. Ионная обработка оптических материалов и создание высокоточных оптических элементов / В.И. Волчков. – М.: ЦНИИ информ., 1983.
3. Миллер, В.Т. Технология изготовления прецизионных оптических элементов / В.Т. Миллер. – М.: ЦНИИ информ, 1986.

УДК 621.762

Петюшик Т.Е.

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ НАНОСТРУКТУРНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ПАП-2 И SBA-15

БНТУ, г. Минск

Разработана матрица планирования эксперимента при определении зависимости прочности материала от соотношения объемов его компонентов и размеров частиц наполнителя.

Интенсификация работ по созданию любых объектов новой техники требует сокращения времени проведения экспериментальных научных исследований при обеспечении высокой достоверности получаемых результатов.