

Конструирование и распыление комбинированных катодов

Студентка гр. 104618 Жарикова К.В.

Научный руководитель – Ковалевский В.Н.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Процесс нанесения покрытий магнетронным распылением моно или комбинированных катодов протекает в три этапа: распыление (эрозия) приводит к выбиванию атомов из первых нескольких атомных слоев поверхности моно или комбинированных катодов за счет бомбардировки, ускоренными ионами рабочего газа; транспортировка неоднородного потока вещества через локализованную плазму повышенной плотности изменяет состав и плотность потока в зависимости от расстояния между катодом и порошком при наличии дополнительных сепарирующих устройств на пути потока (перфорированных катода и анода); осаждение конденсата на поверхность порошковых частиц различного фракционного состава и формы происходит в условиях низких температурах в области фарадеевского пространства на расстоянии от катода ≥ 200 мм,

Для распыления комбинированного катода (Si+C), конструкция которого предусматривает конический профиль графитового катода с четырьмя или шестью пазами, размещенного на плоском кремниевом с крепежным кольцом из алюминия, применяют режимы распыления близкие к параметрам распылению полупроводникового кремния, высокая плотности ионов образуется в узкой эрозионной зоне под циклоидной ловушкой, скорости распыления C и Si различны. Конструирование комбинированных катодов кремний – графит должно исходить из объемных изменений, происходящих при карбидообразовании в конденсате (Si+C) с учетом объема элементарных ячеек карбида кремния, кремния и графита. Для формирования порошка – композита с заданным покрытием использовали комбинированные катоды (рисунок 1). Геометрия катодов рассчитывается из условия, что весь графит переходит в карбид кремния. Объемные изменения при карбидообразовании в твердой фазе протекают по формуле: $V_{SiC} = 2V_{Si} + V_C$.

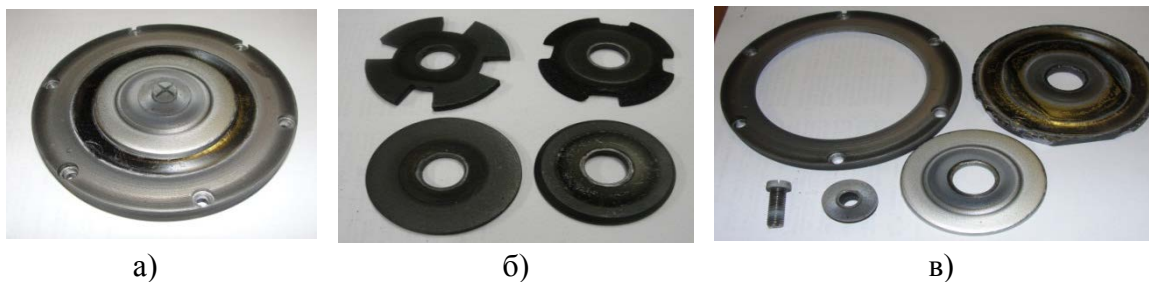


Рисунок 1 – Комбинированный катод кремний – графит в сборе (а), графитовые катоды (б), кремниевый катод с элементами крепления (в)

Комбинированный катод состоит из плоского кремниевого $d_n = 110$ мм, охлаждение которого происходит от медной диафрагмы охладителя, и размещенном на нем графитовом катоде $d_n = d_{эп} = 72$ мм. Графитовый катод по высоте имеет конус с $<30^\circ$ к периферии распыляется атомами или единичными кластерами при длительности < 20 мин. со скоростью 1,2 нм/с. Распыление при >20 мин приводит к разогреву поверхности катода до 600 °С. При распылении комбинированного катода индукция магнитного поля арочного типа увеличивалась с 35,5 (монографит) до 78.5 мТл, что сопровождается смещением поля по высоте на 10 мм. Низкая теплопроводность графита ($\sim 15,5$ Вт/м·К) по сравнению с Si ($\sim 30,6$ Вт/м·К) затрудняет отвод тепла из зоны интенсивной эрозии графита, что приводит к его разогреву до температуры 560 °С. Температурные условия распыления графитового катода приводят к изменениям теплофизических свойств (при 200 °С) снижается теплопроводность в 8,5 раза, а температуропроводность (при 100 – 500 °С) в 3 раза, коэффициент термического расширения увеличивается в 1,5 раза в интервале 20...500 °С) и снижению способности сопротивляться эрозии.