Исследование нестационарных процессов на поверхности гафниевого катода в момент зажигания дугового разряда атмосферного давления

Саргсян М.А., Терешонок Д.В., Тюфтяев А.С., Гаджиев М.Х.

Объединенный Институт Высоких Температур РАН, г. Москва, Россия, m.sargsyan86@mail.ru

Разработан электродуговой плазматрон с расширяющимся газоразрядным трактом, вихревой стабилизацией дуги и специальным соплом с двумя смотровыми окнами позволяющим наблюдать за поверхностью катода при работе плазматрона.

На основе анализа процессов, протекающих в приэлектродных областях, было установлено, что горение дуги можно разделить на три фазы. Первая фаза (примерно первые 100 мс после зажигания разряда) представляет собой установление привязки электродугового шнура к поверхности катода, сопровождающаяся нестационарными процессами на поверхности катода. Вторая фаза это стационарное горение дуги на протяжении всей работы плазматрона. Третья фаза, затухание дуги после отключения питания плазматрона. В данной работе рассмотрены процессы, протекающие на поверхности катода в первой фазе горения электрической дуги.

Исследования проводились в рабочей среде аргона при токах 100 – 200 А и расходом плазмообразующего газа 1,5 г/с. В качестве материала для изготовления катода использовался чистый гафний.

С помощью высокоскоростной камеры Phantom Miro M110 велось наблюдение за состоянием катода с момента поджига электрической дуги с частотой кадров 50000 с–1. Видео кадры, полученные с камеры, преобразовывались в поля температур для дальнейшего изучения эволюции прогрева поверхности катода при запуске плазматрона и выявления максимальных температур при которых а) происходит фазовый переход и б) начинает происходить выброс материала катода в канал плазматрона.

Со второго смотрового окна велась запись спектров на скоростной трехканальный спектрограф Avaspec 2048 с частотой 1000 спектров/с. Полученные спектры позволяют наблюдать за изменением температуры и состава плазмы в течении нестационарных процессов происходящих на катоде. Также велась запись вольт-амперных характеристик.

В момент зажигания дуги катод, в области привязки, переходит в жидкое состояние. На видеосъемке отчетливо видно гидродинамические течения, возникающие на поверхности жидкой фазы. С течением времени происходит образование жидкого канала, который втягивается в область плазмотрона с последующим образованием перетяжки и взрывом. Для данного явления дано физическое объяснение и проведены теоретические оценки.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ № 18-08-00047.