Исследование ресурса термоэмиссионных катодов – генераторов азотной плазмы

Белевцев А.А., Горячев С.В., Исакаев Э.Х., Чиннов В.Ф.

ОИВТ РАН, г. Москва, v\_chinnov@oivtran.ru, makhach@mail.ru

Плазмотрон с самоустанавливающейся длиной дуги, вихревой ее стабилизацией, термоэмиссионным катодом и расширяющимся анодным каналом тщательно исследован в условиях использования аргона и азота в качестве плазмообразующего газа [1,2]. Установлено, что в азотной плазме при токах дуги 200 ÷ 500 А и атмосферном давлении в зоне энерговклада в канале с характерным диаметром 4 ÷6 мм достигаются температуры 25 ÷ 35 кК, существенно превышающие ее значения в плазме аргона. Важнейшей особенностью азотного плазмотрона являются аномально высокие, по сравнению с расчетными, значения измеренных термоэмиссионных токов: при температуре катода, близкой к температуре плавления вольфрама ,  это превышение составляет более одного порядка [2] .

В настоящей работе выполнены ресурсные испытания азотного плазмотрона названного типа, сопровождающиеся видеорегистрацией прикатодной области разряда, контролем внешних и спектральных характеристик электрической дуги. В результате программного анализа экспериментальных данных устанавливались: динамика убыли, в результате эрозии, материала вольфрамовых катодов; температурные поля на его поверхности; температура и концентрация электронов. Кроме того, определялось сечение токоотбора на катод, а также компонентный состав плазмы, на предмет контроля за содержанием в ней элементов материала катода ( линии WI, W II, СuI , CuII ). Следует подчеркнуть, что эффективная система охлаждения катода обеспечивала практическое отсутствие в спектрах излучения примесных линий.

Исследованы различные комбинации катодных наконечников: диаметр вольфрамовых стержней, запрессованных в медную обойму, изменялся от 2 до 8 мм, использовались острийный катод, катод в форме усеченного конуса, катод с отверстием вместо острия, катод из сплава Cu -W (50:50) и др.

В результате проведенного исследования можно сформулировать некоторые критерии выработки (исчерпания ресурса) термоэмиссионных катодов:

- увеличение напряжения горения дуги при неизменных мощности и расхода газа;

- появление кратера на катоде, ускоряющего его разрушение;

- при выполнении исследований свойств плазмы – появление в спектре излучения плазмы элементов материала кадода.

 При этом можно дать следующие рекомендации по увеличению ресурса термоэмиссионных катодов:

- охлаждение медной державки катода лобовой высокоскоростной водяной струей;

- пайка вольфрамового наконечника в медную оправу с использованием высокотемпературных припоев;

- организация тангенциальной закрутки плазмообразующего газа в области катода;

- при токах дуги 300-500 A использовать вольфрамовый пруток диаметром 4±0,5 мм.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ по проекту №12-08-00758.

Литература

1. Э.Х.Исакаев, О.А.Синкевич, А.С.Тюфтяев, В.Ф.Чиннов. //ТВТ.2010. Т.48. №1. С.105.
2. Белевцев **А**.А., Горячев С.В., Исакаев Э.Х., Чиннов В.Ф. // ТВТ. 2013.Т.51. №5. С.652.