ВОПРОС О ЗНАЧЕНИИ СКАЧКА ТЕМПЕРАТУР НА ГРАНИЦЕ ОСНОВНОЙ ЗОНЫ ТЕПЛООТВОДА ДВУХТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

Герасимов А.В., Кирпичников А.П., Сабирова Ф.Р.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия, gerasimov@kstu.ru

В работе рассмотрен принципиальный, и один из наиболее интересных вопросов, возникающих в теории и практике двухтемпературного дугового разряда — вопрос о разрыве электронной Te(R) и атомно-ионной (газовой) T(R) температур на границе электрической дуги. Или, говоря другими словами, вопрос о значении скачка температур Te(R) – T(R) на границе основной зоны теплоотвода (прн r = R где R — радиус ограничивающей дугу цилиндрической трубы*,* стенки которой поддерживаются при фиксированной, достаточно низкой температуре T(R). Актуальность такой постановки связана с тем, что в настоящее время методы прямого измерения температуры атомов и ионов все еще разработаны недостаточно, в то время как измерение электронной температуры или температуры, близкой к ней, методами спектрального анализа широко распространено.

К настоящему времени накоплен большой материал о распределении Te в дуговых плазмотронах, включая значение Te как функции r на границе (в действительности, конечно же, вблизи границы), стабилизирующей разряд цилиндрической трубы, играющей роль термостата для атомно-ионного газа [1 – 3]. В представленной работе эта задача решена в рамках известной каналовой модели М. Штеенбека [4], как наиболее удобной для анализа широкого класса задач о поддержании плазмы газового разряда в электрических и магнитных полях. Для расчетов используется двухтемпературная каналовая модель дугового разряда, полученная в [5].

Представлено значение разрыва , рассчитанное для различных значений силы тока в разряде по формуле

 .

Расчёты проведены для плазмы аргона при атмосферном давлении для трёх значений силы тока I = 30 А, 78 A и 200 А и различных значений температуры стенки  600 K, 1440 K, 2500 K, 4000 K. Также представлены соответствующие экспериментальные результаты, опубликованные в цикле работ [1 – 3]. Наблюдается хорошее качественное совпадение результатов расчётов с экспериментальными данными, увеличивающееся при уменьшении температуры стенки.

В заключение укажем, что результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы как для простых модельных оценок достаточно сложных физических процессов, так и в ряде инженерных расчетов, в том числе касающихся применения низкотемпературной плазмы дуговых разрядов в процессах нанесения функциональных покрытий.

Литература

1. Асиновский Э. И., Пахомов Е. П./ТВТ. 1968. Т. 6. № 2. С. 333.
2. Асиновский Э. И., Пахомов Е. П., Ярцев И. М.//Химические реакции в низкотемпературной плазме. - М.: HHXC АН СССР, 1977. С. 83.
3. Асиновский Э. И., Пахомов Е. П., Ярцев И. М./ТВТ. 1978. Т. 16. № 1. С. 28.
4. Фон Энгель А, Штеенбек М. Физика и техника электрического разряда в газах. Т. 1./ А. фон Энгель, М. Штеенбек М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР. 1935
5. Gerasimov A.V., Kirpichnikov A.P./ Thermal Science. 2003. №1. P. 101.