Исследование привязки дуги в генераторе низкотемпературной плазмы

Гаджиев М.Х., Тюфтяев А.С., Саргсян М.А., Чистолинов А.В., Хромов М.А.

ОИВТ РАН, г. Москва, makhach@mail.ru

Генераторы низкотемпературной плазмы (ГНП) с продольным потоком газа находят наибольшее применение, что связано с простотой конструкции, надежностью и относительно высоким ресурсом работы устройства. Наибольшее распространение получили генераторы с цилиндрическим каналом выходного электрода, главным недостатком которого является падающая вольтамперная характеристика (ВАХ), что влечёт за собой жёсткие требования к схеме электрического питания и способствует снижению ресурса плазмотрона при повышении выходной мощности лишь за счет силы тока. Реализация возрастающей ВАХ и улучшение выходных характеристик плазмотрона возможно без серьезного усложнения конструкции, сделав канал выходного электрода расширяющимся по направлению потока газа [1, 2].

Исследованию специфических колебаний напряжения дуги в ГНП уделялось много внимания [3]. Однако до сих пор нет объяснения физических механизмов, приводящих к возникновению колебаний напряжения горения дуги. Поэтому были проведены сравнительные исследования частот колебаний напряжения дуги для трёх ГНП: с цилиндрическим каналом постоянного сечения диаметром 8 мм, цилиндрическим каналом постоянного сечения диаметром 4 мм и расширяющимся каналом выходного электрода с диаметром минимального сечения 4мм. В качестве рабочего газа использовался азот.

Исследования показали, что шунтирование для ГНП с цилиндрическим каналам диаметром 8мм происходит с гораздо меньшей частотой, чем для ГНП с каналом диаметром 4мм, а частота шунтирования в ГНП с расширяющимся каналом - наибольшая. Хотя последнее имеет место не всегда. Аналогичным образом ведёт себя и амплитуда колебаний. Необходимо отметить то, что амплитуда колебаний напряжения уменьшается с ростом силы тока. С увеличением расхода газа в каждом из генераторов плазмы основная частота «шунтирования» дуги, как правило, слабо уменьшается, а с увеличением силы тока, наоборот, увеличивается. Это, как отмечали все исследователи, объясняется тем, что частота колебаний напряжения обратно пропорциональна диаметру газоразрядного канала. Этим же объясняется и примерно двукратное уменьшение частоты для канала с диаметром 8мм.

Изменение напряжения имеет две характерные стадии: стадию плавного роста и стадию резкого спада. Пилообразный характер колебаний напряжения можно объяснить «вытягиванием» электрической дуги потоком газа, а также электрическим пробоем между горячим ядром электрической дуги, горящей по оси канала, и анодом на меньшем расстоянии от катода. При этом важную роль играют именно механизмы силового взаимодействия электрических токов, протекающих на различных участках дуги [1].

Проведённые исследования показали, что геометрия канала выходного электрода оказывает влияние на ВАХ плазмотрона, частоту «шунтирования» дуги, которая увеличивается с уменьшением диаметра газоразрядного канала, увеличением силы тока дуги и слабо зависит от расхода плазмообразующего газа.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 17-08-00127.

Литература

1. Исакаев Э.Х., Синкевич О.А., Тюфтяев А.С., Чиннов В. Ф. //ТВТ. 2010. Т.48. № 1. С. 105-134.
2. Исакаев Э.Х., Тюфтяев А.С., Гаджиев М.Х.//ФХОМ. 2016. С1-4.
3. Жуков М.Ф., Засыпкин И.М., Тимошевский А.Н. и др. Электродуговые генераторы термической плазмы. Новосибирск: Наука. Сиб. предпр. РАН, 1999. 712с.