

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА С ЭФФЕКТОМ ПОЛОГО КАТОДА В ТРУБЧАТОМ ЭЛЕКТРОДЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сивенков Д. Н., Божко А.И.

Бордусов С. В., проф. каф. ЭТТ, д.т.н.

Используя разработанный диагностический комплекс, предназначенный для формирования импульсного разряда с эффектом полого катода, были определены зависимости пробивного напряжения от давления плазмообразующей среды, а также значения вкладываемой в разряд мощности в зависимости от питающего напряжения и от давления плазмообразующей среды. В качестве полого катода использовалась цилиндрическая трубка внутренним диаметром 4 мм. Разряд формировался НЧ генератором электрических двуполярных прямоугольных импульсов с частотой следования равной 50 кГц.

Установлено, что при фиксированном значении вкладываемой в разряд мощности напряжение питания необходимое для формирования разряда с эффектом полого катода в азоте больше чем для воздуха (см. рисунок 1). Для поддержания разряда при постоянном значении вкладываемой в разряд мощности, при увеличении значения давления плазмообразующей среды необходимо увеличивать напряжение питания. При увеличении давления плазмообразующей среды переход от классического тлеющего разряда к разряду с ЭПК происходит при достижении значения 45 Па. С увеличением давления плазмообразующей среды и поддержанием вкладываемой в разряд мощности на одном уровне переход от разряда с эффектом полого катода в классический тлеющий разряд происходит при меньших значениях давления, в случае использования азота в качестве плазмообразующей среды. Переход от классического тлеющего разряда к разряду с ЭПК происходит при 625 В и 660 В при использовании в качестве плазмообразующей среды воздуха и азота соответственно. При этом значение вкладываемой в разряд мощности составляет 40 Вт.

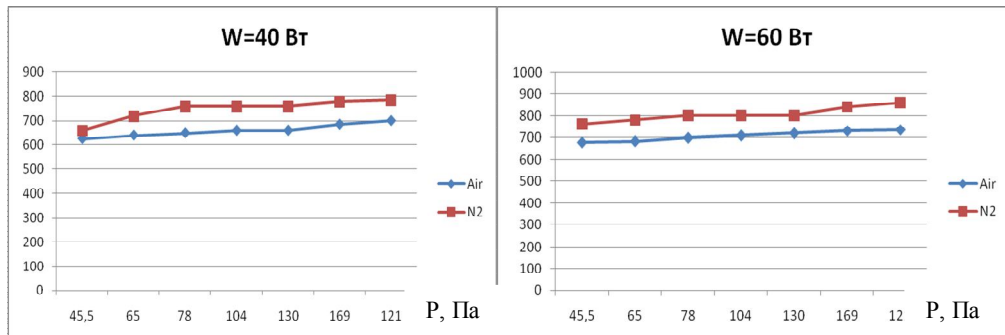


Рис. 1 – Значение напряжения питания разряда в зависимости от давления плазмообразующей среды при фиксированном значении вкладываемой в разряд мощности равном 40 и 60 Вт соответственно

Установлено, что значение вкладываемой в разряд мощности в азоте меньше, чем при формировании разряда с эффектом полого катода в воздухе. Значение вкладываемой в разряд мощности в зависимости от питающего напряжения при значении давления плазмообразующей среды равном 130 Па представлена на рисунке 2. Экспериментально подтверждено, что при фиксированном значении давления плазмообразующей среды с увеличением напряжения питания значение вкладываемой в разряд мощности увеличивается. В ходе исследования определено, что переход к разряду с ЭПК происходит при установлении значения вкладываемой в разряд мощности равной 16-20 Вт.

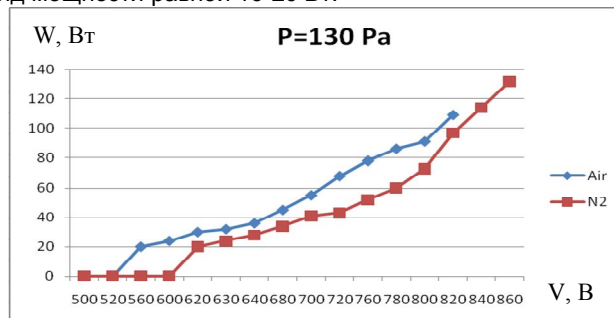


Рис. 2 – Значение вкладываемой в разряд мощности в зависимости от питающего напряжения при значении давления плазмообразующей среды равном 130 Па

При уменьшении давления плазмообразующей среды до 65 Па установленная зависимость вкладываемой в разряд мощности в зависимости от питающего напряжения сохраняется. Однако, при достижении значений давления плазмообразующей среды меньше и значениях напряжения питания свыше 770 В, вкладываемая в разряд в азоте мощность превышает значение мощности, затрачиваемой на формирование разряда в воздухе. Значение мощности, затрачиваемой на формирование разряда, в зависимости от питающего напряжения при значении давления плазмообразующей среды равном 65 Па представлена на рисунке 3. Переход от классического тлеющего разряда к разряду с ЭПК происходит при 500 В и 640 В при использовании в качестве плазмообразующей среды воздуха и азота соответственно. Переход к разряду с ЭПК происходит при значении мощности, затрачиваемой на формирование разряда, равной 16-20 Вт.

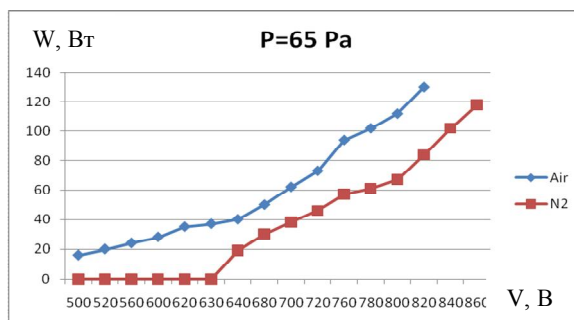


Рисунок 3 – Значение вкладываемой в разряд мощности в зависимости от питающего напряжения при значении давления плазмообразующей среды равном 65 Па

Большее значение вкладываемой в разряд мощности в воздухе, по сравнению со случаем формирования разряда с эффектом полого катода в азоте сохраняется и при изменении давления плазмообразующей среды. Значение вкладываемой в разряд мощности в зависимости от давления плазмообразующей среды при фиксированном значении питающего напряжения представлена на рисунке 4. При увеличении давления плазмообразующей среды, значение вкладываемой в разряд мощности уменьшается. Для поддержания значения вкладываемой в разряд мощности на постоянном уровне необходимо изменять значение напряжения питания.

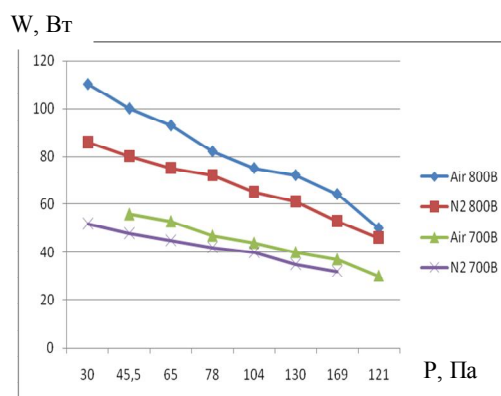


Рисунок 4 – Значение вкладываемой в разряд мощности в зависимости от давления плазмообразующей среды при фиксированном значении питающего напряжения

Таким образом, в ходе исследований пробойных характеристик разряда с эффектом полого катода установлено:

- 1) минимальное значение мощности, затрачиваемой на формирование разряда с ЭПК в азоте и воздухе в условиях низкого вакуума, составляет 16-20 Вт;
- 2) с увеличением давления плазмообразующей среды для поддержания на одном уровне мощности, затрачиваемой на формирование разряда, необходимо увеличивать напряжение питания разряда;
- 3) переход от классического тлеющего разряда к разряду с эффектом полого катода зависит от изменения давления плазмообразующей среды и напряжения питания разряда. В условиях низкого вакуума переход происходит при 625 В и 660 В при использовании в качестве плазмообразующей среды воздуха и азота соответственно.