

# Амплитудно-частотные характеристики импульсов Тричела и поведение катодного пятна в отрицательном коронном разряде

Э. И. Асиновский, А. А. Петров<sup>1)</sup>, И. С. Самойлов

Объединенный институт высоких температур РАН, 125412 Москва, Россия

Поступила в редакцию 27 июня 2007 г.

Исследован отрицательный коронный разряд в режиме импульсов Тричела в воздухе при атмосферном давлении. Установлена корреляция между поведением катодного пятна и осциллограммами тока разряда. Измерены амплитудно-частотные характеристики тока отрицательной короны в зависимости от напряжения, кривизны острия, межэлектродного расстояния, материала катода. Установлено, что определяющее влияние на амплитуду импульсов оказывает кривизна поверхности острия в области локализации катодного пятна.

PACS: 52.40.Hf, 52.80.Nc

Свечение отрицательной короны исследовалось Лебом [1] с применением телемикроскопии. Было обнаружено, что если свечение короны локализовано в окрестности одной точки на поверхности катода, то импульсы Тричела (ИТ) [2] имеют регулярную частоту. С повышением напряжения частота повторения импульсов становилась нерегулярной и у поверхности острия наряду с одним локализованным свечением появлялось сначала второе свечение разряда, затем третье и т.д. Эти области свечения короны были разделены в пространстве и локализованы в фиксированных точках. Как отметили Мик и Крэгс [3], Леб предположил, что разряд перескакивал от одного катодного пятна к другому, что и вызывало нерегулярность частоты повторения импульсов.

В данной работе ставилась задача установить корреляцию поведения катодного пятна и электрических характеристик отрицательной короны.

Разряд исследовался в конфигурации “острие – плоскость” в воздухе при атмосферном давлении в режиме ИТ. Измерялся средний ток разряда, производилось осциллографирование импульсного тока разряда и синхронная фронтальная видеосъемка катодного острия с применением длиннофокусного микроскопа.

Микровидеосъемка поверхности острия катода с синхронной регистрацией осциллограмм тока разряда показали, что серия импульсов с неизменными частотой следования и амплитудой реализуется, если катодная привязка пятна разряда в течение некоторого времени не меняет положения на катоде, то есть катодное пятно локализуется в области, размер которой порядка 1 мкм<sup>2</sup>. При изменении положения при-

вязки пятна происходит изменение как амплитуды, так и частоты импульсов. Причем, если амплитуда увеличивается, то частота, соответственно, уменьшается, и наоборот. Если новое местоположение привязки стабильно в течение некоторого времени, то реализуется серия импульсов с измененными, но также стабильными амплитудой и частотой. Средний ток разряда, измеряемый стрелочным амперметром, не меняется при перескоке привязки пятна.

Наблюдения показали, что амплитуда ИТ связана с характером микрорельефа катода в зоне локализации пятна. Амплитуда импульса тем больше, чем меньшую кривизну имеет участок поверхности, на котором локализовано пятно. Средний радиус кривизны острия также влияет на амплитуду ИТ – например, при увеличении среднего радиуса от 0.1 до 1 мм амплитуда ИТ возрастает от 0.5 до 3 мА.

На рис.1 изображена характерная осциллограмма ИТ. На данной фотографии зафиксировано около 10<sup>4</sup>

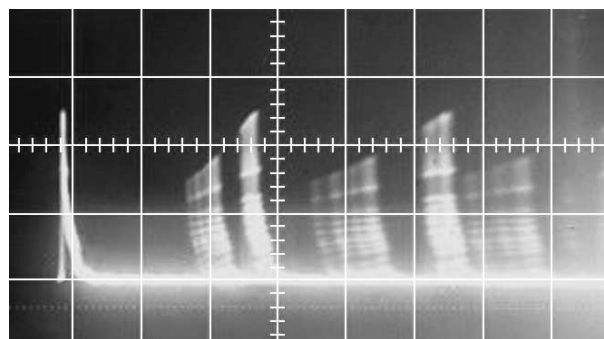


Рис.1. Импульсы Тричела на медном острии радиуса ~100 мкм. Следующие друг за другом 10<sup>4</sup> разверток с началом в одной точке. (200 нс/дел, 0.1 мА/дел). Средний ток 20 мкА

<sup>1)</sup>e-mail: lioha84@mail.ru

следующих друг за другом разверток осциллографа (запуск каждой развертки совпадает с началом одного из ИТ) при неизменном напряжении, среднем токе разряда и фиксированном межэлектродном расстоянии. На фотоснимке можно выделить семь серий токовых импульсов, каждая из которых обладает стабильными значениями амплитуды и частоты ИТ, и которые отличаются от значений амплитуды и частоты в других сериях. Амплитуда ИТ в каждой серии почти пропорциональна периоду между импульсами. Заметим, что фронтальная микровидеоосъемка острия с временем экспозиции кадра 0.02 с показывает при этом присутствие семи устойчивых привязок

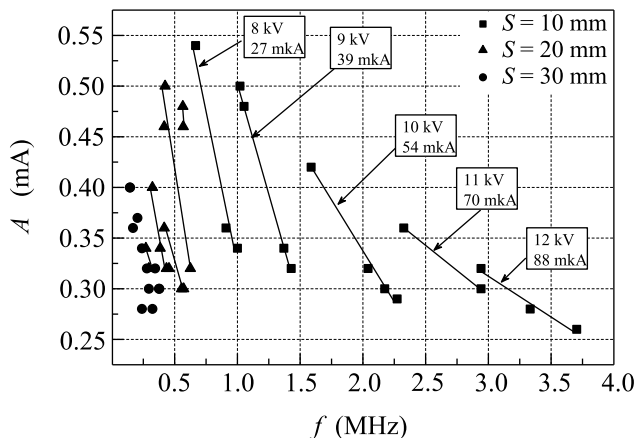


Рис.2. Пример амплитудно-частотных характеристик  $A(f)$  ИТ для медного катода в зависимости от межэлектродного расстояния  $S$  и напряжения. Радиус острия  $\sim 100$  мкм

пятна. Располагая такими осциллограммами, можно построить графики амплитудно-частотных характеристик ИТ — рис.2.

Экспериментальные точки на рис.2, объединенные линиями, соответствуют различным положениям привязки катодного пятна на поверхности острия, но при неизменных кривизне острия, межэлектродном расстоянии, напряжении и среднем токе разряда. Увеличение межэлектродного расстояния или снижение напряжения сдвигает экспериментальные линии рис.2 в сторону меньших частот, и наоборот, что связано с влиянием средней величины поля на время релаксации объемного заряда в разрядном промежутке.

Графики на рис.2 иллюстрируют, что расстояние и напряжение слабо влияют на амплитуду ИТ, но заметно изменяют частоту импульсов. Выявленного влияния материала катода на амплитуду и частоту импульсов Тричела не обнаружено.

**Выводы.** Результаты осциллографирования ИТ, представленные в виде амплитудно-частотных характеристик, и синхронная регистрация движения катодного пятна на поверхности острийного катода позволяют утверждать, что микрорельеф поверхности катодного острия определяющим образом влияет на амплитуду импульсов Тричела, а частота импульсов зависит главным образом от напряжения разряда и межэлектродного расстояния.

1. L. B. Loeb, *Electrical coronas. Their basic physical mechanisms*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 1965. P. 694.
2. G. W. Trichel, *Phys. Rev.* **54**, 1078 (1938).
3. Дж. Мик, Дж. Крэгс, *Импульсный пробой в газах*, М.: ИИЛ, 1960.