

0,4;12

©1995

## ОДНОРОДНЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ РАЗРЯД В ВОЗДУХЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

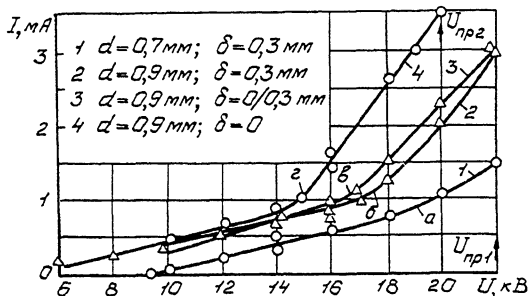
*О.А. Журавлев, А.И. Федосов, А.А. Шепеленко*

В работе сообщается о новой форме поверхностного разряда, сохраняющего однородность в воздухе атмосферного давления при постоянном напряжении на электродах.

Однородный поверхностный разряд в воздухе (ОПР) типа тлеющего получен в электромеханическом устройстве между двумя протяженными ножевыми электродами, установленными с минимально допустимым зазором относительно поверхности подвижного электрода (ПЭ), выполненного в виде заземленного цилиндра-ротора с диэлектрическим покрытием [1].

Анализируемой областью разряда является приповерхностный слой однородного свечения, распространяющийся по мере увеличения перенапряжения  $\gamma = U/U_{\text{заж}}$  ( $U_{\text{заж}}$  — напряжение зажигания разряда) на высоковольтном электроде (ВВЭ) от расположенного по ходу движения ПЭ токосъемного электрода (ТСЭ) до полного замыкания промежутка. На рисунке приведены вольт-амперные характеристики (ВАХ) разряда с отрицательной полярностью  $U$  на ВВЭ при ширине промежутка  $L \simeq 2.8$  см, где кривые 1-4 имеют два близких к прямолинейным участка, угол наклона и протяженность которых зависит от толщины диэлектрического покрытия  $d$ , скорости движения поверхности ПЭ  $v$ , величин микрозазоров  $\delta$  в промежутках ВВЭ-ПЭ и ПЭ-ТСЭ. Начальные точки на кривых 1-4 соответствуют одновременному зажиганию разрядов  $U_{\text{заж}}$  в двух воздушных промежутках ВВЭ-ПЭ и ПЭ-ТСЭ, которые связаны диэлектрической подложкой с поверхностной плотностью зарядов  $\sigma$ . Начальные участки 1-4 до областей перегиба  $a$ ,  $b$ ,  $v$  и  $z$  соответственно, характеризуют интенсификацию электроразрядных процессов в микрозазорах  $\delta$  за счет роста перенапряжения, обеспечивающих повышение  $\sigma$  на ПЭ и продвижение полосы диффузного свечения ОПР от ТСЭ. Изменение угла наклона графиков на рисунке приходится на снижение степени дисперсности токовых каналов в многолавино-стримерном разряде [2] в зазоре ВВЭ-ПЭ и сопровождается выносом основания разряда на ПЭ вверх против  $v$  и прорастанием в сторону набегающей подложки с  $\sigma \simeq 0$  стримерных каналов избыточного поверхност-

ного заряда [3]. Это приводит к ускорению продвижения внешней границы полосы свечения ОПР от ТСЭ к ВВЭ. Характерно, что хаотичность поверхностных стримерных каналов выше ВВЭ не нарушала равномерности распределения потенциала диэлектрика  $\varphi$  за плоскостью ВВЭ, который контролировался на ПЭ с помощью проносных контактных электрических зондов, включенных на малоиндуктивный вход высокоомного осциллографа. Это подтверждается также однородностью свечения токового слоя ОПР на ПЭ. Отсутствие корреляции между структурой поверхностных каналов, находящихся выше зазора ВВЭ–ПЭ, и распределениями потенциала  $\varphi$  и поля свечения ниже ВВЭ говорит о высокой эффективности механизмов выравнивания зарядных рельефов на диэлектрике. Повышенная электропроводность приповерхностного слоя газа на ПЭ может быть связана с конвекционным переносом зарядов из газоразрядного микрозазора ВВЭ–ПЭ, электрическим дрейфом зарядов в поле промежутка ВВЭ–ТСЭ, фотопроводимостью поверхностного слоя диэлектрика [4], вероятностью придыонизации газа УФ-излучением разряда. Совокупность подобных механизмов позволяет объяснить малые уровни напряжения замыкания  $U_n$  промежутка ВВЭ–ТСЭ полосой свечения ОПР ( $U_n = 17-18$  кВ) и приведенной напряженности  $E/p$ , которая не превышала  $\sim 10.5 \text{ В} \cdot (\text{см} \cdot \text{Тор})^{-1}$  для предельных значений  $U_{пр1,2}$  на кривых 1–4 (см. рисунок), соответствующих переходу в режим генерации периодических каналов скользящей искры. Характерно, что искровые каналы в поле свечения завершенного ОПР не имели поперечных токовых структур, которые были зарегистрированы в [5] для периодических каналов на ПЭ при незавершенном ОПР, когда для больших  $L$  и малых  $d$  полоса диффузного свечения от ТСЭ при  $\gamma \geq 3$  не достигала ВВЭ. На рисунке видно, что применение подпружиненных фольговых ВВЭ и ТСЭ ( $\delta \simeq 0$ ) позволяет получить линейную плотность тока в воздухе на уровне от 260 до 300 мкА/см. Это в два и более раза превышает предельное значение плотности тока униполярной короны на микропроводах [6]. Однако для ОПР на подвижном электроде указанные значения плотности тока не являются предельными. Устойчивость разряда повышается по мере понижения давления  $p$  воздушной среды. При  $p \simeq 300$  Тор линейная плотность тока достигала 1.5–2 мА/см. Дальнейшее понижение давления остаточного воздуха приводит к снижению предельного тока ОПР. В гелиевой среде увеличивалась толщина слоя диффузного свечения разряда. При  $p \geq 100$  Тор в Не была получена форма горения ОПР с визуализацией зазора в 2–3 мм между слоем свечения и поверхностью ПЭ.



Вольт-амперные характеристики разряда на подвижном электроде-роторе диаметром 4.2 см с промежутком шириной  $L = 2.8$  см и протяженностью  $l = 11.5$  см при изменении толщины диэлектрика  $d$ , величины микрозазоров  $\delta$  и типа электродов: 1-2 — ножевые электроды; 3 — фольговый подпружиненный высоковольтный электрод; 4 — фольговые подпружиненные высоковольтный и токосъемный электроды.

Развитие поверхностного разряда может быть связано с формированием потенциального барьера на ПЭ под ВВЭ, который обеспечивает перераспределение составляющих напряженности внешнего поля  $E$  от нормальной  $E_n$  к тангенциальной  $E_t$ , приводит к возбуждению индукционной положительной короны на ТСЭ [7] с “вытягиванием” одноименных ионов в поле  $E_t$  вверх против вектора скорости  $v$ . Таким образом, заряженные частицы в промежутке поверхностного разряда, вероятно, не рождаются, а приходят в него. В то же время определенная роль в развитии разряда должна принадлежать УФ-излучению, которое было зарегистрировано для завершенного ОПР на всей ширине промежутка  $L$  и усиливалось при приближении напряжения к  $U_{\text{пр}1,2}$ .

Полученная форма поверхностного газового разряда нашла применение в бытовых плазмохимических генераторах очистки воздуха [1,3] и может рассматриваться для создания бескорпусных газоразрядных индикаторных панелей, возбуждения активных сред щелевых лазеров, формирования радиоотражающих зеркал.

#### Список литературы

- [1] Журавлев О.А., Шепеленко А.А. // Тез. докл. VII конф. по физике газового разряда. Самара, 1994. С. 78-79.
- [2] Джуварлы Ч.М., Вечгайзер Г.В., Леонов А.М. Электрический разряд в газовых включениях высоковольтной изоляции. Баку: Элм, 1983. 193 с.
- [3] Журавлев О.А., Федосов В.И. // Тез. докл. VI конф. по физике газового разряда. Казань, 1992. С. 10-11.

- [4] Журавлев О.А., Кусочек А.П., Муркин А.Л., Федосов В.И. // Тез. докл. 14-й Всес. конф. "Высокоскоростная фотография, фотоника и метрология быстропротекающих процессов". М., 1991. С. 129.
- [5] Журавлев О.А., Муркин А.Л. // Тез. докл. V Всес. конф. по физике газового разряда. Омск, 1990. С. 176-177.
- [6] Бахтаев Ш.А. // Тез. докл. II Всес. совещ. по физике электрического пробоя газов. Тарту, 1984. С. 220-224.
- [7] Герштейн Г.М. Моделирование полей методом электростатической индукции. М.: Наука, 1970. 316 с.

Самарский государственный  
аэрокосмический университет  
им. академика С.П.Королева

Поступило в Редакцию  
15 сентября 1995 г.

---