

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В САНТИМЕТРОВЫХ ПРОМЕЖУТКАХ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ \*)

<sup>1</sup>Ермаков Е.А., <sup>1,2</sup>Иванов И.Э.

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова; Россия, Москва, [eg.ermakov2013@yandex.ru](mailto:eg.ermakov2013@yandex.ru)

<sup>2</sup>МАИ; Россия, Москва, [ivanovmai@gmail.com](mailto:ivanovmai@gmail.com)

Проводится численное исследование влияния внешней электрической цепи на процесс формирования колоннообразного контрагированного разряда в азоте. Вычислительный алгоритм основывается на диффузионно-дрейфовом приближении и системе уравнений Эйлера. Уравнения непрерывности, включенные в модель, решаются с помощью метода Годунова второго порядка точности, а уравнение Пуассона – итерационным методом Гаусса-Зейделя с верхней релаксацией. Постановка задачи предполагает осевую симметрию. В торцах газоразрядной области размещаются два плоскопараллельных круглых электрода радиусом 0.9 см, расстояние между которыми составляет 0.6 см. Параметры плазмы, газа и граничные условия берутся в соответствии с [1]. В начальный момент времени задается пятно квазинейтральной плазмы в виде профиля Гаусса вблизи катода [2].

В первой задаче к электродам подключается источник электрического поля с  $\mathcal{E}=25$  кВ, при этом внешнее сопротивление пренебрежимо мало ( $R=0$ ). Как результат, наблюдается неограниченный рост толщины плазменного канала на этапе после замыкания. На рис 1 (для всех трех задач) представлена временная развертка плотности электронов в сечении  $z=0.2$  см. Радиальное расширение связано с процессом распространения вторичных волн ионизации между электродами вблизи границ канала, что впоследствии приводит к возникновению «пульсаций» в профиле температуры и давления [1].

Во второй задаче к внешней цепи добавляется балластное сопротивление  $R=2.5$  кОм (источник тока тот же). На рис. 1b) видно, что внешнее сопротивление позволяет скорректировать величину тока в цепи таким образом, что расширение плазменного канала стремится к насыщению. Это приводит к увеличению проводимости, росту силы тока и, как следствие, увеличению напряжения на резисторе и падению потенциала на аноде [3].

В третьем случае источником тока выступает конденсатор емкостью  $C=2$  пФ, заряженный изначально до напряжения  $U=25$  кВ. Внешнее сопротивление составляет  $R=100$  Ом. Во время разрядки конденсатора ширина канала сначала достигает максимального значения, после чего остается почти неизменной, несмотря на постепенное падение величины тока и напряжения на разрядном промежутке (рис. 1c) [3].

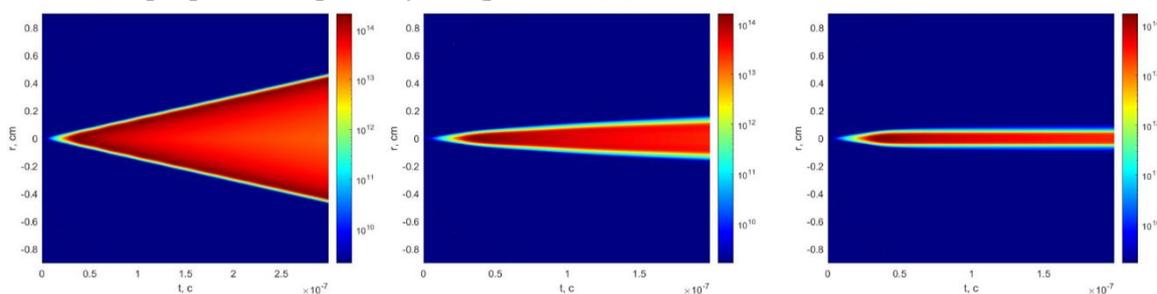


Рис. 1. Временная развертка плотности электронов  $n_e$ : а)  $\mathcal{E}=25$  кВ,  $R=0$ , б)  $\mathcal{E}=25$  кВ,  $R=2.5$  кОм, в)  $U=25$  кВ,  $C=2$  пФ,  $R=100$  Ом

### Литература

- [1]. Е.А. Ermakov, И.Э. Ivanov // Fluid dynamics, 2023, vol. 58, № 4, pp. 745-758
- [2]. Е.А. Ermakov, И.Э. Ivanov, И.А. Kryukov, И.В. Mursemkova, И.А. Znamenskaya // Journal of Physics: Conference Series, 1647 (2020) 012015
- [3]. В.А. Пархоменко, И.Э. Иванов // Материалы XXIII Международной конференции по ВМСППС, 2023, том 1, с.406-408

\*) [DOI – тезисы на английском](#)