Исследование быстрых ионизационных волн в неравномерно заполненных газом протяженных капиллярах методами численного моделирования [[1]](#footnote-1)\*)

Елисеев С.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
 Санкт-Петербург, 198504

Пробой газа в протяженных экранированных диэлектрических трубках под действием импульсов напряжения принимает форму волны ионизации, характеризующейся формированием локализованного фронта с высокой напряженностью электрического поля, распространяющегося от силового электрода к заземленному. Скорость распространения фронта зависит от скорости нарастания напряжения на силовом электроде, и может достигать значений порядка 109см/с [1]. Последовательное описание волн ионизации может быть осуществлено с использованием одномерной аналитической модели, позволяющей получать автомодельные решения, описывающие структуры волны вдали от электродов [2]. Современные методы численного моделирования низкотемпературной плазмы и пробойных процессов позволяют существенно расширить возможности теоретического анализа волн ионизации, учитывать двумерный характер их распространения и многообразие сопутствующих элементарных процессов [3, 4].

В предлагаемой работе был осуществлен теоретический анализ прохождения волн ионизации при наличии продольного градиента плотности газа в трубке или капилляре. Интерес к подобной постановке задачи обусловлен исследованиями источников мягкого рентгеновского излучения на основе наносекундных капиллярных разрядов, в которых подобный градиент позволяет уменьшить долю поглощаемого в собственном газе излучения [5, 6]. Представлены результаты параметрического анализа влияния градиента плотности на динамику распространения волны ионизации и свойства плазмы, образующейся на стадии прохождения и после замыкания межэлектродного промежутка. Обсуждается применимость одномерной радиальной модели для описания параметров плазмы и газодинамики при умеренных амплитудах разрядного тока.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного фонда (грант № 20-72-00039).

Литература

1. Vasilyak L. M. et al. Fast ionisation waves under electrical breakdown conditions //Physics-Uspekhi. – 1994. – Т. 37. – №. 3. – С. 247.
2. Asinovsky E. I., Lagarkov A. N., Markovets V. V., Rutkevich I. M., On the similarity of electric breakdown waves propagating in shielded discharge tubes //Plasma Sources Science and Technology. – 1994. – Т. 3. – №. 4. – С. 556.
3. Eliseev S. I. et al. Numerical investigation of dynamics and gas pressure effects in a nanosecond capillary sliding discharge //Journal of Applied Physics. – 2019. – Т. 125. – №. 14. – С. 143302.
4. Takashima K. et al. Experimental and modeling analysis of fast ionization wave discharge propagation in a rectangular geometry //Physics of Plasmas. – 2011. – Т. 18. – №. 8. – С. 083505.
5. Valdivia M. P. et al. Observations of the emission processes of a fast capillary discharge operated in nitrogen //Plasma Sources Science and Technology. – 2012. – Т. 21. – №. 2. – С. 025011.
6. Samokhvalov A. et al. Development of Gas-Discharge X-ray Sources for Nanotomography at “Burtsev Laboratory” LLC //Compact EUV & X-ray Light Sources. – Optical Society of America, 2020. – С. JM3A. 3.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Lt/en/EQ-Eliseev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)