

## ТОКОВЫЕ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОСЕКУНДНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СКОЛЬЗЯЩЕГО РАЗРЯДА В СВЕРХЗВУКОВЫХ ПОТОКАХ ВОЗДУХА В КАНАЛЕ \*)

Мурсенкова И.В., Сазонов А.С.

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,  
[murs\\_i@physics.msu.ru](mailto:murs_i@physics.msu.ru)*

Характеристики разряда в высокоскоростном потоке представляют интерес с точки зрения практической реализации контролируемого энерговыклада. В задачах плазменной газодинамики это необходимо для оптимизации работы плазменных актуаторов [1]. Целью работы был анализ тока и излучения скользящего поверхностного разряда в сверхзвуковом потоке с наклонной ударной волной при обтекании препятствия в канале ударной трубы.

В разрядной камере ударной трубы [2] инициировался скользящий поверхностный разряд при импульсном напряжении 25 кВ, которое прикладывалось к разрядному промежутку шириной 30 мм и протяженностью 100 мм в направлении потока. Ток регистрировался малоиндуктивным шунтом, излучение разряда – фотокамерами и электронно-оптическими камерами. Измерения проводились в потоках с числами Маха 1,30 – 1,60 и в неподвижном воздухе при плотности 0,02 – 0,25 кг/м<sup>3</sup>. В однородном воздухе исследуемый разряд развивается в виде параллельных каналов – диффузных и повышенной интенсивности, формирующих плазменный лист площадью 30 × 100 мм<sup>2</sup> [2]. Осциллограммы тока имеют колебательный характер с декрементом затухания, растущим с увеличением плотности среды. Длительность тока 500 – 800 нс.

После дифракции плоской ударной волны на препятствии устанавливалось его обтекание сверхзвуковым потоком, и в результате взаимодействия наклонной ударной волны с пограничным слоем формировалась зона пониженной плотности [2]. При приложении импульсного электрического поля в этой зоне реализуется повышенное значение приведенного электрического поля  $E/N$ . Ток разряда в результате протекал в одиночном прямолинейном токовом канале, свечение которого характеризовалось высокой интенсивностью и продолжительностью до 6 мкс [2]. Электронно-оптическая регистрация показала, что время затухания излучения разряда в потоках значительно больше времени затухания в однородном воздухе и достигает 1300 нс.

Осциллограммы тока, полученные в потоках с наклонной ударной волной на различных временных интервалах течения (160 – 400 мкс после установления обтекания), близки. Динамика тока в потоках отличается большими максимальными значениями и меньшими декрементами затухания колебаний по сравнению с однородным воздухом. Большая проводимость, очевидно, обусловлена большей концентрацией электронов в локализованном токовом канале.

Работа выполнена с использованием оборудования, приобретенного за счет средств Программы развития МГУ.

### Литература

- [1]. Komuro A., Takashima K., Suzuki K. et.al. Influence of discharge energy on the lift and drag forces induced by a nanosecond-pulse-driven plasma actuator. *Plasma Sources Sci. Technol.*, 2019. V. 28. 065006. DOI 10.1088/1361-6595/ab1daf.
- [2]. Мурсенкова И.В., Иванов И.Э., Ляо Ю., Зиганшин А.Ф. Исследование взаимодействия поверхностного скользящего разряда с наклонной ударной волной. *Физика плазмы*, 2023. Т. 49. № 6. С. 600.

\*) [DOI – тезисы на английском](#)