Наносекундный поверхностный скользящий разряд в сверхзвуковом потоке воздуха с наклонной ударной волной: эксперимент и численное моделирование [[1]](#footnote-1)\*)

Мурсенкова И.В., Иванов И.Э., Ляо Ю.

МГУ им. Ломоносова, физический факультет; Москва, Россия, [murs\_i@physics.msu.ru](mailto:murs_i@physics.msu.ru)

Представлены результаты экспериментального и численного исследования сверхзвукового течения воздуха с наклонной ударной волной в разрядной камере ударной трубы при инициировании наносекундного поверхностного скользящего разряда. Актуальность работы связана с необходимостью изучения механизма воздействия импульсных разрядов на высокоскоростные потоки в задачах плазменной аэродинамики [1, 2]. Наклонная ударная волна создавалась при обтекании сверхзвуковым потоком небольшого препятствия на нижней стенке канала разрядной камеры; числа Маха потоков составляли 1.16-1.70. Численные расчеты газодинамического течения в канале проводились при реализации импульсного энерговклада около верхней стенки канала; геометрия области энерговклада задавалась в соответствии с экспериментальными результатами. Моделирование течения проводилось на основе решения нестационарных двумерных уравнений Навье-Стокса для турбулентного течения вязкого сжимаемого газа [3].

В экспериментах на верхней стенке канала разрядной камеры ударной трубы при приложении импульсного напряжения 25 кВ инициировался поверхностный скользящий разряд длительностью ~300 нс, площадь которого в однородной среде составляет 100×30 мм2 [1, 4]. В неоднородном сверхзвуковом потоке воздуха ток разряда сосредоточен в одиночном канале в области пересечения наклонной ударной волны с пограничным слоем; концентрация электронов в нем превышает 1015 см-3 при токе разряда ~1 кА [4]. От разрядного канала распространяется ударная волна, влияющая на ударно-волновое течение в канале.

Пространственная структура течения с наклонной ударной волной исследовалась теневым методом. Высокоскоростная теневая регистрация поля течения проводилась с частотой до 525000 кадров в секунду; одновременно регистрировались ток и свечение разряда. Цифровая обработка теневых изображений после разряда показала, что локализованный разрядный канал генерирует полуцилиндрическую ударную волну, динамика которой определяется параметрами потока и параметрами разряда. Численное моделирование, проведенное с учетом экспериментальной динамики фронта ударной волны, показало, что в разрядном канале выделяется тепловая энергия ~0.20 Дж в условиях проведенных экспериментов. Воздействие ударной волны на течение может быть использовано для управления потоком.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-08-00661.

Литература

1. Mursenkova I.V., Znamenskaya I.A. and Lutsky A.E. Influence of shock waves from plasma actuators on transonic and supersonic airflow. J. Phys. D: Appl. Phys., 2018. Vol. 51, No 5. 105201
2. Стариковский А.Ю., Александров Н.Л. Управление газодинамическими потоками с помощью сверхбыстрого локального нагрева в сильнонеравновесной импульсной плазме // Физика плазмы. 2021. Т. 47. № 2. С. 126-192
3. Глушко Г.С., Иванов И.Э., Крюков И.А. Метод расчета турбулентных сверхзвуковых течений. Матем. моделирование, 2009. Т. 21. № 12. С. 103–121
4. Мурсенкова И.В., Уланов П.Ю., Кузнецов А.Ю., Ляо Ю. Параметры плазмы наносекундного поверхностного скользящего разряда в сверхзвуковом потоке воздуха. Сб. тез. докл. XLVIII Международной Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. М., 2021. С. 191. <http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/T.html>

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