

Воздействие наносекундного объемного разряда на нестационарное высокоскоростное течение в канале

Долбня Дарья Илларионовна

МГУ им. М.В. Ломоносова, Физический факультет

В докладе представлены результаты, полученные в рамках подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 (Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества), при научном руководстве доктора физ-мат. наук, профессора Знаменской Ирины Александровны.

В диссертационной работе изложено экспериментальное исследование способствующие развитию представлений в плазменной аэродинамике о взаимодействии импульсных разрядов с газодинамическими структурами высокоскоростного течения в профилированных каналах, а также исследования способов энергетического воздействия на различные высокоскоростные потоки газа.

Целью данной работы было экспериментальное исследование взаимодействия импульсного объемного (комбинированного) разряда с нестационарным течением, реализующимся за ударной волной в прямоугольном канале с препятствием.

Экспериментальная установка представляла собой ударную трубу с разрядной секцией, где реализуется импульсный объемный разряд с предыонизацией ультрафиолетовым излучением от плазменных листов. Ввод мгновенной энергии осуществляется посредством инициирования импульсного объемного разряда в неподвижном газе или на участке потока. Для достижения поставленной цели в зону плазменного слоя было установлено препятствие, представляющее собой диэлектрический параллелепипед.

В качестве диагностического комплекса использовались пьезодатчики давления, малоиндуктивный шунт; на основе трассирования частиц определена эволюция скорости потока за ударной волной $M = 2,8 - 3,2$. Были задействованы цифровые методы визуализации и анализа нестационарных плазмо- и газодинамических процессов, которые осуществляются на основе оптических методов в микро - и наносекундном диапазонах, а именно фотокамера для интегральной регистрации свечения импульсного объемного разряда (метод визуализации разрядом), высокоскоростная девятикадровая камера с наносекундным разрешением (экспозиция/пауза – от 100/100 нс), высокоскоростная камера (частота съемки 75 – 150 кГц, экспозиция – 1 мкс) с соответствующим разрешением.

В рамках диссертационной работы, были получены следующие результаты:

- впервые описан и исследован эффект вытеснения плазмы импульсного разряда, что приводит к перераспределению энергии импульсного разряда (генерации усиленных взрывных волн);
- при измеренной скорости основного потока за ударной волной от 820 м/с до 200 м/с получены экспериментальные данные по самолокализации импульсного объемного разряда в потоке в профилированном канале ударной трубы в течение 10 мс;
- обнаружены и исследованы 4 различных режима самолокализации комбинированного разряда – реализации сильноточных плазменных каналов вблизи препятствия при однократном инициировании разряда при различных скоростях и конфигурациях потока;
- показано, что импульсная объемная ионизация за счет механизма ударно-волнового воздействия способна вносить значительные возмущения, воздействуя на структуру и

- параметры потока, в частности, на косо́й скачок в сверхзвуковом поле течения, на псевдоскачки, реализовывать условия для распада разрыва на косо́м скачке;
- получены количественные данные по движению взрывной волны для каждого из четырех режимов самолокализации.

Практическая ценность работы обуславливается возможностью использования полученных данных для применения разряда для воздействия на элементы течения при проектировании устройств; применимостью результатов по управлению параметрами разрядного энерговклада при помощи газодинамических разрывов.