ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ СКОЛЬЗЯЩЕГО ВДОЛЬ ЭЛЕКТРОДОВ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАЗРЯДА, СОЗДАВАЕМОГО В СВЕРХЗВУКОВОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

В.М. Шибков, Л.В. Шибкова, П.В. Копыл, А.А. Логунов, Р.А. Морозов, Н.М. Кокоулин

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, shibkov@phys.msu.ru

Целью исследованийявляется экспериментальное определение пространственно-временного распределения концентрации и температуры электронов, а также температуры газа в области существования канальной плазмы скользящего вдоль электродов пульсирующего электрического разряда, создаваемого в высокоскоростном воздушном потоке.

Актуальность исследования связана с поиском механизмов, обеспечивающих быстрое плазменно-стимулированное воспламенение воздушно-углеводородных топлив в сверхзвуковых газовых потоках и поддержание их стационарного горения. Для этого необходимы данные об основных характеристиках газоразрядной плазмы, используемой в этих целях.

Экспериментальная установка включает в себя вакуумную камеру, ресивер высокого давления воздуха, ресивер высокого давления пропана, систему для создания сверхзвукового потока, прямоугольные аэродинамические каналы различной конфигурации с присоединенными воздуховодами, высоковольтные источники питания для создания газоразрядной плазмы, систему синхронизации и диагностическую аппаратуру.

Разряд создавался внутри расширяющегося аэродинамического канала при атмосферном давлении окружающего воздуха. Эксперименты проводились при следующих условиях: длительность существования сверхзвукового воздушного потока *τ*air = 3 с; секундный массовый расход воздуха *dm*air/*dt*= 105 г/с; длительность инжекции пропана *τ*C3H8 = 2 с; секундный массовый расход пропана *dm*C3H8/*dt*= 4,9 г/с. Использовалась бедная пропан-воздушная смесь. Эквивалентное отношение для пропана *α* = 0,75. Длительность импульса разрядного тока *τ*DC = 2 с. Эксперименты проводились в аэродинамическом канале в условиях холодного (*Т* = 200 К) сверхзвукового воздушного потока при изменении разрядного тока в пределах от 2 до 16 А.

Концентрации электронов в плазме канального разряда измерялась по штарковскому уширению спектральных линий бальмеровской серии водорода, а температура электронов по распределению интенсивности излучения тормозного и рекомбинационного спектров, а также по относительным интенсивностям излучения спектральных линий меди. Для этого производилась регистрация спектра излучения плазмы и пламени на различных расстояниях от электродов. Показано, что вблизи электродов наряду с полосами CN и линиями H, O и Cu в спектре наблюдается достаточно сильный сплошной континуум, что свидетельствует о высоком значении концентрации электронов в канальной плазме электродного разряда в сверхзвуковом потоке воздуха.

Экспериментально получено, что с увеличением разрядного тока от 2 до 16 А концентрации электронов в канальной плазме монотонно возрастает от 2⋅1014 до 3⋅1016 см–3. При этом температура электронов незначительно растет от 0,8 до 0,9 эВ. Температура газа в плазме увеличивается с ростом разрядного тока, но в экспериментальных условиях не превышает 1500 К.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-02-00514-а).