

Горение сверхзвуковой воздушно-пропановой смеси в плазме продольно-поперечного разряда постоянного тока¹

Д.Н. Ваулин, А.А. Логунов

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.

Приводятся результаты экспериментальных исследований процессов воспламенения и горения сверхзвукового потока воздушно-пропановой смеси в сверхзвуковом аэродинамическом канале с обратным уступом, инициированных разрядом постоянного тока. Обнаружено, что характер режимов горения зависят от ряда начальных условий, связанных как с созданием плазмы (величина разрядного тока, длительность разряда и т.п.), так и с внешними параметрами сверхзвукового потока (начальные давления в системах подачи воздуха - P_p и пропана - P_r , начальное давление в балластной камере - P_n). Основная регистрация горения осуществлялась при помощи датчиков давления, расположенных по всей длине сверхзвукового канала, и фотоумножителями, которые фиксировали время свечения продуктов горения.

Показано, что при начальном давлении в системе подачи воздуха $P_p > 2,5$ атм. (при постоянном давлении пропана $P_r = 5$ атм. и $P_n = 40$ Торр) наблюдается **режим стабильного несамостоятельного горения** топливной смеси. При этом регистрируется резкое возрастание давления в сверхзвуковом канале и свечение продуктов сгорания в секции канала, расположенной на расстоянии 50 см от источника плазмы. Из осциллограмм разрядного тока и сигналов с фотоумножителей следует, что время горения в этом режиме в точности совпадает с длительностью импульса разряда. Было обнаружено, что при изменении длительности импульса разрядного тока в пределах от 1с до 50 мс характер стабильного режима горения остается неизменным, т.е. время горения по-прежнему равно длительности импульса тока. Таким образом, в этом режиме время горения смеси полностью определяется импульсом тока.

При $P_p < 2,5$ атм. регистрируется **неустойчивый режим**, при котором горение смеси прекращается еще до окончания разрядного тока, либо вообще не наблюдается. В этом режиме при определенных условиях регистрируется несколько повторных зажиганий и погасаний топливной смеси, которые происходят в течение одного импульса тока длительностью 1 с.

Обнаружено, что в обоих режимах в условиях, когда начало разряда приходится на постоянную или на спадающую части импульса напуска пропана, наблюдается **взрывной режим** горения. Для этого режима характерен резкий скачок давления в канале – взрыв смеси в начале ее горения, после которого горение происходит в стабильном режиме. Эксперименты показали, что при стабильном горении амплитуда сигналов с датчиков давления падает по мере удаления от источника плазмы, а при взрывном режиме она остается практически постоянной или даже возрастает.

Показано, что при величине разрядного тока $I_p < 10$ А горение смеси не регистрируется независимо от любых изменения начальных условий. В этом случае, однако, наблюдается **режим воспламенения** топлива в сверхзвуковом потоке, для которого характерно незначительное (на уровне ошибки измерений) увеличение давления в канале с момент импульса разрядного тока.

¹Тезисы доклада основаны на материалах исследований, проведенных при финансовой поддержке комплексной программы научных исследований Президиума РАН «Исследование вещества в экстремальных условиях» Подпрограмма 2 «Фундаментальные аспекты магнитоплазменной аэродинамики».