СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЛАЗМЕННО-СТИМУЛИРОВАННОГО СВЕРХЗВУКОВОГО ГОРЕНИЯ ПРОПАН-ВОЗДУШНОГО ТОПЛИВА В ГЛАДКОМ РАСШИРЯЮЩЕМСЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ КАНАЛЕ

В.М. Шибков, Л.В. Шибкова, П.В. Копыл, О.С. Сурконт

Физический ф-т МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, shibkov@phys.msu.ru

Работа посвящена изучению возможности применения неравновесной низкотемпературной плазмы для воспламенения и стабилизации горения углеводородного топлива в высокоскоростных воздушных потоках.Данные исследования связаны с разработкой способов повышения эффективности горения высокоскоростных потоков воздушно-углеводородного топлива за счет разработки физических принципов применения плазменных технологий для целей уменьшения времени воспламенения горючего, увеличения полноты сгорания топлива и стабилизации сверхзвукового горения. В условиях низкотемпературной газоразрядной плазмы возможен режим горения, когда наработка активных частиц практически на всем протяжении реакции осуществляется электронным ударом. Методы управления горением воздушно-углеводородных потоков, основанные на генерации электрических разрядов, представляются в настоящее время наиболее перспективными. Применение комбинированных разрядов может обеспечить необходимую скорость и интенсивность горения.

Целью работы является экспериментальное изучение процессов, протекающих в условиях инициированного низкотемпературной газоразрядной плазмой сверхзвукового горения воздушно-углеводородного топлива. Для этого применялись как бесконтактные, так и контактные диагностические методы. Исследования проводились с временным и пространственным разрешением с помощью созданного диагностического комплекса, состоящего из монохроматоров и спектрографов с цифровой регистрацией спектра; блока зондовой диагностики с цифровой регистрацией вольт-амперных характеристик; датчиков давления; термопар; тензодатчиков; теневой установки; рефракционных лазерных датчиков; накаливаемого потоком пламени электрического зонда; системы измерения проводимости пламени; электронных датчиков измерения концентраций пропана, углекислого газа, температуры, абсолютной и относительной влажности; цифровых фотоаппаратов; высокоскоростной цифровой видеокамеры; цифровых осциллографов; компьютеров. Диагностический комплекс позволил в масштабах реального времени проводить измерения пространственно-временных параметров пламени, возникающего в условиях плазменно-стимулированного горения высокоскоростных потоков воздушно-углеводородных топлив. Внутри аэродинамического канала реализована стабилизация сверхзвукового горения углеводородного топлива в газообразной и жидкой (спрей) фазах. Определена полнота сгорания высокоскоростных потоков пропан-воздушного, спирт-воздушного и пропан-спирт-воздушного топлива в условиях низкотемпературной газоразрядной плазмы. Показано, что низкотемпературная газоразрядная плазма является эффективным способом стабилизации (без использования застойных зон) сверхзвукового горения пропан-воздушного топлива, которое происходит при низкой температуре пламени порядка и меньше 2000 К, что важно с экологической точки зрения. Результаты выполненных экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что разрабатываемая плазменная технология является перспективной для инициирования воспламенения и поддержания стационарного горения сверхзвуковых потоков воздушно-углеводородных топлив.

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