ПЛАЗМЕННО-СТИМУЛИРОВАННОЕ ГОРЕНИЕ НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНЫ, ОБТЕКАЕМОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМИ ВОЗДУШНО-УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ПОТОКАМИ

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

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

В работе реализована стабилизация горения на пластине, обтекаемой свободным высокоскоростным воздушно-углеводородным потоком при создании на ее внешней поверхности низкотемпературной газоразрядной плазмы.Получено, что в области существования разряда температура газа при горении пропан-воздушного потока изменяется от 2000 до 2500 К, тогда как вне разряда на расстоянии *z* = 15 см от кончиков электродов температура пламени равна приблизительно 1800 К, постепенно уменьшаясь вниз по потоку. Экспериментально реализована стабилизация внешнего (на поверхности пластины) горения дозвукового спирт-пропан-воздушного потока. Концентрация электронов при создании разряда в воздушном потоке без инжекции углеводородов не превышает величины 109 см-3. При горении спирта концентрация электронов в области пламени достигает величины 2⋅1011 см-3, а при горении пропана равна 3⋅1011 см-3. Температура пламени при горении углеводородного топлива измерялась также с помощью накаленного зонда. В эксперименте двойной зонд помещался на выходе из канала, в котором осуществлялось воспламенение и стабилизация горения высокоскоростного пропан-воздушного потока. По мере нагревания зонда горячим потоком ток термоэлектронной эмиссии растет и спустя время приблизительно 1 с после начала горения он выходит на установившееся значение, то есть температура зонда к этому времени принимает стационарное значение. В эксперименте ток термоэлектронной эмиссии за вычетом тока проводимости ионизованного газа (пламени) достигает 40 мкА. Этому соответствует температура пламени на выходе из канала *Т* = 1800 – 1850 К, что хорошо соответствует температуре пламени, измеренной спектральным методом. Для измерения полноты сгорания углеводородного топлива использовались несколько методик. Во-первых, в эксперименте измерялась температура пламени в условиях высокоскоростного горения. Зная секундные массовые расходы воздуха и пропана можно определить, сколько углеводородного топлива должно сгореть, чтобы нагреть струю пламени до измеренной температуры. Во-вторых, измерялась температура газа в закрытой камере сразу же после пуска. Зная массу воздуха в камере можно определить, какое количество теплоты должно выделиться, чтобы нагреть всю газообразную среду до измеренной температуры, и, соответственно, сколько топлива должно при этом сгореть. В-третьих, проводилось измерение давления в закрытой камере в процессе пуска воздуха без разряда, с разрядом без горения и в результате горения углеводородного топлива. Отсюда также можно определить долю сгоревшего пропана. В-четвертых, проводилась регистрация концентрации паров воды в камере после сгорания пропана. Зная количество пропана, вводимого в поток, можно рассчитать концентрацию паров воды, которая должна образоваться при полном сгорании пропана. Сравнивая эту величину с измеренной концентрацией паров воды, образовавшейся в эксперименте, можно рассчитать полноту сгорания пропана. Полнота сгорания определялась также с помощью датчика пропана, расположенного внутри закрыто камеры. Полученные всеми рассмотренными выше методами результаты подтверждают, что в условиях низкотемпературной газоразрядной плазмы в дозвуковом потоке происходит полное сгорание углеводородного топлива, а в сверхзвуковых потоках полнота сгорания достигает 95 %, что подтверждает эффективность использования низкотемпературной плазмы для увеличения эффективности горения высокоскоростных воздушно-углеводородных потоков.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-02-01091-а).