

ИССЛЕДОВАНИЕ НОРМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ТРАДИЦИОННЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Д.В. Идрисов, Д.Р. Юкина, С.П. Кулаков
Самарский университет, г. Самара, idrisov.dv@ssau.ru

Ключевые слова: углеводородное топливо, водород, нормальная скорость распространения пламени, химическая кинетика.

Повышение содержания водорода в традиционных и альтернативных видах топлива рассматривается как способ улучшения стабильности горения и эффективности работы камеры сгорания; в этом контексте скорость ламинарного пламени выступает ключевым параметром, определяющим устойчивость и характеристики пламени. Исследование влияния состава, температуры и давления на скорость ламинарного пламени метана, керосина, н-декана и аммиака – особенно при их смешивании с водородом – имеет важное значение для безопасного и эффективного проектирования систем сгорания.

В данной работе представлено комплексное расчетно-экспериментальное исследование скорости ламинарного пламени метана, керосина, н-декана и аммиака, а также их смесей с добавками водорода. Эксперименты проводились на испытательной установке Самарского университета с использованием метода теплового потока (Heat Flux method). Численное моделирование выполнялось с применением различных кинетических механизмов. Исследования охватывали диапазон коэффициентов избытка окислителя – от бедных до богатых смесей – при объемной доле водорода до 50%. Полученные данные выявляют четкие, закономерные различия между различными видами топлива и демонстрируют выраженное влияние водорода на нормальную скорость пламени.

Для н-декана и керосина характерны значительно более низкие скорости пламени по сравнению с метаном, что обусловлено более сложной кинетикой их горения. Тем не менее, добавление водорода ускоряет фронт пламени и улучшает воспламеняемость; степень этого эффекта зависит от полноты испарения и однородности паровой смеси – в частности, влияние водорода ослабевает в условиях неполного испарения. Среди исследованных видов топлива аммиак демонстрирует самую низкую скорость ламинарного пламени, что связано с наличием медленных стадий реакций с участием азота. Однако введение водорода существенно повышает скорость ламинарного пламени даже при низких концентрациях водорода.

Таким образом, добавление водорода к рассматриваемым видам топлива является эффективным способом повышения скорости ламинарного пламени и улучшения стабильности горения; при этом величина данного эффекта в значительной степени зависит от природы топлива, степени испарения жидкой фазы, а также от начальных условий температуры и давления.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 25-79-00237.

Сведения об авторах

Идрисов Д.В. – к.т.н., с.н.с. НОЦ ГДИ-209 Самарского университета. Область научных интересов: применение метано-водородных смесей и водорода в камерах сгорания газотурбинных установок.

Юкина Д.Р. – инженер НОЦ ГДИ-209 Самарского университета. Область научных интересов: применение метано-водородных смесей и водорода в камерах сгорания газотурбинных установок.

Кулаков С.П. – студент группы 2128-030401D Самарского университета. Область научных интересов: исследование нормальной скорости распространения пламени.