

Список литературы

1. *Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. М.: Физматгиз, 1960. 715 с.
2. *Гиневский А.С.* Теория турбулентных струй и следов. М.: Машиностроение, 1969. 202 с.
3. *Михайлов А.И., Горбунов Г.М., Борисов В.В.* Рабочий процесс и расчет камер сгорания газотурбинных двигателей. Труды МАИ, вып. 106-М.: Оборонгиз, 1959. 286 с.

УДК 533.17:621.431.75

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ВИХРЕВЫХ ПРОТИВОТОЧНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ МОДУЛЯХ

Бадерников А.В., ПАО «ОДК-Сатурн», г. Рыбинск, artem.badernikov@odk-saturn.ru
Пиралишвили Ш.А., ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск
Гурьянов А.И., ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск

Ключевые слова: вихревая противоточная горелка, модель горения

Исследования взаимодействия свободных противоположно направленных закрученных струй подтверждают наличие сдвиговых слоев смешения, порождающих турбулентность высокой интенсивности, крупномасштабные вихри и трёхмерные вихревые структуры. Обнаруженные эффекты используются для организации интенсивного смешивания компонентов топлива и воздуха, с последующей для интенсификацией процессов горения подготовленной топливно-воздушной смеси с высокой интенсивностью в ограниченном объёме. Отмеченная концепция получила своё развитие в конструкциях разнообразных противоточных горелочных устройств, основой которых является модифицированная конструкция вихревой трубы [1].

При экспериментальном исследовании горения в вихревой камере измерялись расход воздуха, диапазоны устойчивой работы, проводилась фотосъёмка положения фронта пламени и измерения параметров потока на выходе. Дополнительная информация о процессах горения внутри вихревой камеры может быть получена с помощью численного моделирования. При этом требуется осуществить верификацию используемых моделей горения по наиболее достоверно известным экспериментальным данным.

В качестве одного из параметров, применяемого для верификации моделей, может быть использована температура стенок в торцевой неохлаждаемой части горелки. Расчёты показали, что при одних и тех же условиях на входе и выходе проточной части, но для различных моделей горения, температура газа в торцевой части горелки может значительно различаться (рисунок 1). Как видно из рисунка 1 расчётные температуры весьма высокие (более $450\text{ }^{\circ}\text{C}$), при этом измеренные в эксперименте температуры неохлаждаемой торцевой стенки не превышают $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2).

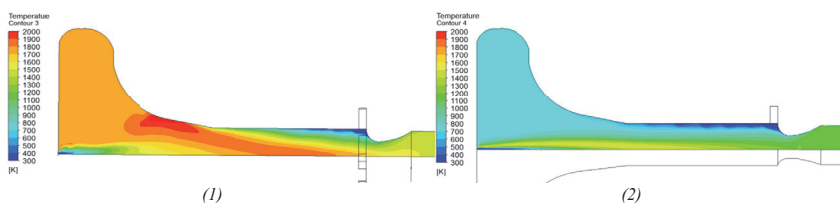


Рис. 1. Результаты расчётов температуры внутри вихревой противоточной горелки. (1) – модель горения *BVM* (*weighted reaction progress*); (2) – модель горения *flamelet*

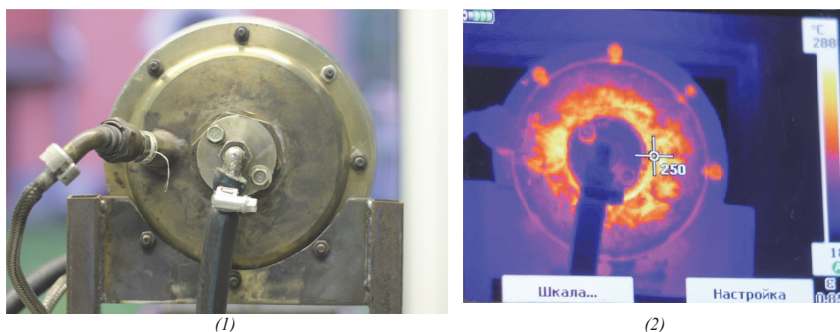


Рис. 2. Торцевая часть вихревой горелки: (1) – фотография; (2) – изображение полученное с помощью тепловизора

Расчёты, выполненные с использованием различных моделей горения (*EDM*, *PDF-Flamelet*, *BVM*, *EDC*) [2], показали, что важным фактором рабочего процесса горения является эффект рециркуляции продуктов сгорания внутри горелочного модуля, накладывающий определённые ограничения на способы моделирования горения. Так применение модели *BVM* для моделирования вихревого противоточного горелочного модуля приводит либо к нефизичному восстановлению массовой доли топлива на выходе (в случае применения *Reaction Progress*), либо к высоким ($\sim 1700\text{ K}$) температурам в торцевой части (в случае применения *Weighted Reaction Progress*).

Из анализа допущений, присущих различным моделям горения и сравнения результатов расчётов с экспериментальными данными следует, что эффекты рециркуляции наиболее корректно могут быть смоделированы с помощью моделей горения, учитывающих индивидуальный перенос компонентов смеси (*EDM* или *EDC*). Преимущество модели *EDC* проявляется в том, что она позволяет провести расчёты, используя детальные кинетические механизмы, что повышает точность расчётов.

Список литературы

1. *Пиралливили Ш.А.* Вихревой эффект. (Физическое явление, эксперимент, теоретическое моделирование). М.: ООО «Научтехлитиздат», 2012. 342 с.
2. ANSYS CFX-Solver Modelling Guide. / ANSYS Inc.– ANSYS CFX Release 17. 2016.

УДК 544.18:544.421.081.7

РЕАКЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦИКЛОПЕНТАДИЕНИЛА И МЕТИЛ РАДИКАЛОВ

Красноухов В.С., Самарский университет, г. Самара
Мебель А.М., Самарский университет, г. Самара,
Международный университет Флориды, Майами
Завершинский И.П., Самарский университет, г. Самара
Порфирьев Д.П., Самарский университет, г. Самара, dporfirev@gmail.com
Азязов В.Н., Самарский университет, г. Самара,
СФ физического института имени П.Н. Лебедева РАН, г. Самара

Ключевые слова: химическая кинетика, ароматические углеводороды, квантовая химия

В связи с усиливающимися угрозами необратимого глобального потепления и масштабного загрязнения среды обитания, а также постоянно растущим мировым потреблением энергии остро стоит вопрос разработок экологически чистых способов генерации энергии. Около 80% производства энергии обеспечивается за счёт сжигания углеводородного топлива, что вносит основной вклад в генерацию вредных веществ, таких как: CO, SO_x, NO_x, полициклические ароматические углеводороды, сажа и т.д.

В работе, во-первых, получены потенциальные энергии и геометрии структур реакции одних из важнейших радикалов, определяющих процессы горения углеводородных топлив, C₅H₅ + CH₃. Во-вторых, с использованием данных об энергиях и геометриях были рассчитаны константы скоростей для реакций переходов из 1-метил-2,4-циклопентадиена (C₅H₄CH₃) и одного из изомеров C₅H₅CH₂ (C₅H₅CH₂-1) в фульвен и бензол.