

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ МЕТАНА

Романьков Е. В.,

научный руководитель А.А.Дектерев
Сибирский федеральный университет

В различных технологических устройствах используются газовые пламена, например топочные камеры, металлургические печи, системы термического обезвреживания и других. Поэтому рассмотрение процесса горения газа в промышленных горелках, несомненно, важно. Для повышения тепловой эффективности устройств и снижения экологически опасных выбросов необходимо знать наиболее рациональный режим сжигания топлива. Постановка эксперимента очень трудоемкий и не всегда реализуемый процесс. Поэтому, целесообразно использовать математическое моделирование процессов происходящих при горении газового топлива. Процесс горения газового топлива, как правило, реализуется путем организации струйных течений.

В качестве тестовой задачи была использована метановая горелка Sandia, разработанная университетом Сиднея.

Двумерная осесимметричная геометрия состоит из основной горелки диаметром 7.2 мм, в которой горит смесь 25% метана и 75% сухого воздуха, и направляющего входа диаметром 18.2 мм, сжигающего смесь пилот-газа. Состав пилот-газа: 73,2% азота, 5,1% кислорода, 14,6% углекислого газа и 7,1% паров воды.

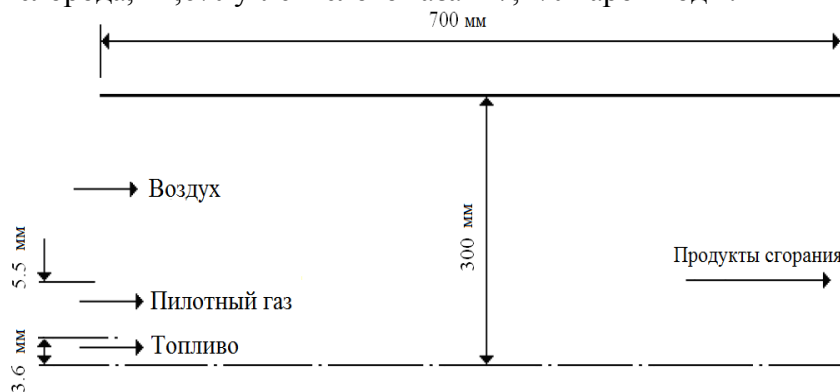


Рисунок 1 – Геометрия горелки

Расчет проводился на пакете программ STAR CCM+. Для расчета горения использовались две модели :

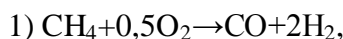
- гибридная модель (кинетика/обрыв турбулентного вихря), по которой в качестве результирующей скорости выбирается наименьшая из скоростей.

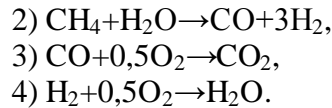
$$R_i = -MIN(|R_{i,KIN}|, |R_{i,EBU}|)$$

- flamelet модель . Скорость перемешивания характеризуется скоростью скалярной диссипации $\chi = 2D(\nabla \xi)^2$, которая связана со скоростью деформации а.

Горение метана сложный термохимический процесс. Существует множество механизмов описания горения метана в воздухе, начиная от самого простого в одну реакцию и заканчивая детальными, содержащими несколько десятков реакций.

Для гибридной модели использовалась схема, состоящая из четырех глобальных реакций





Для flamelet модели использовался 16-ти элементный механизм горения.

Результаты моделирования сравнивались с экспериментальными данными, представленными лабораторией Sandia, а также с расчетом, проведенным другими авторами в программе Fluent.

Сравнение результатов вычислений проводилось по осевым распределениям характеристик: температуры и массовых концентраций компонент. На рисунках 2,3 представлены графики распределения характеристик вдоль оси.

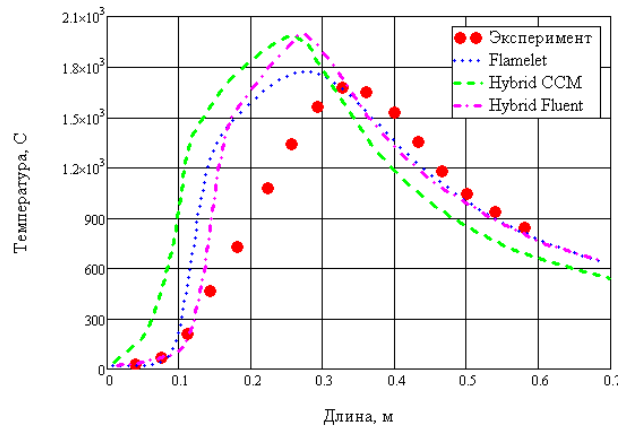


Рисунок 2 – Осевое распределение температуры

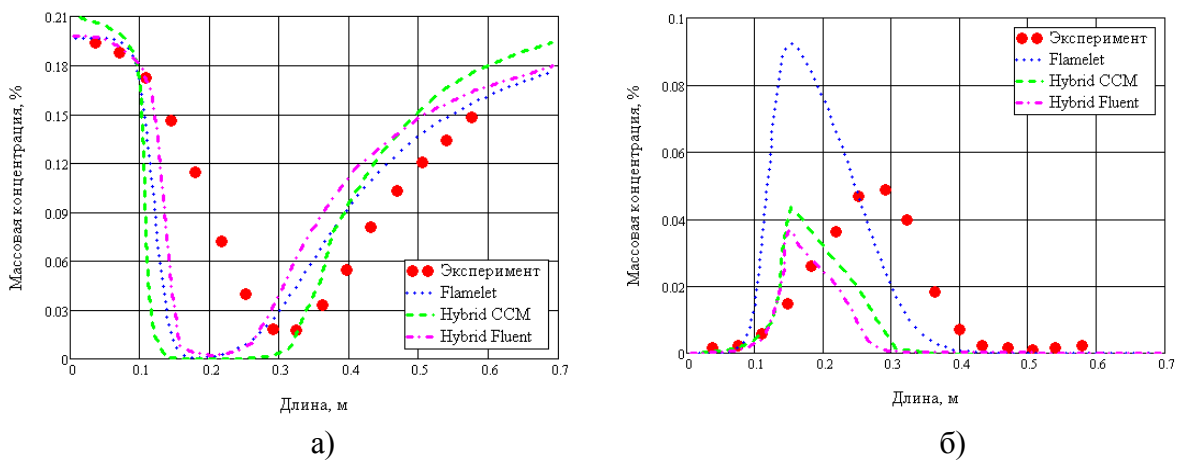


Рисунок 3 – Осевое распределение массовых концентраций а) кислорода б) оксида углерода

Полученные данные хорошо согласуются с данными других авторов и качественно повторяют эксперимент. Для более точного решения необходимо дополнительное исследование: включение других моделей горения, использование более полных кинетических механизмов горения. В целом можно сделать вывод, что для данного класса задач используемые модели достоверно описывают реагирование метана.