

УДК 621.454.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ГОРЕНИЯ В РДМТ НА ГАЗООБРАЗНЫХ КИСЛОРОДЕ И ВОДОРОДЕ БЕЗ ИМИТАЦИИ ЗАЖИГАНИЯ

Максимов А. Д., Чубенко Т. А., Зубанов В. М.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Химическая кинетика горения кислорода и водорода является одной из самых изученных. Для моделирования горения газообразных компонентов является оправданным применение модели горения диссипации вихря *Eddy Dissipation Model* (EDM), которая предполагает мгновенные реакции, без учета их скорости протекания. При этом для получения первых результатов применяют допущение: моделируется стенка высокой температуры в области зажигания, где физически находится свеча зажигания поверхностного разряда [1]. В тоже время ничего не было сказано о величине погрешности этого допущения.

Целью данного исследования является оценка погрешности допущения моделирования горения в ракетном двигателе малой тяги (РДМТ) газообразных компонентов кислород и водород с горячей стенкой. Эта горячая стенка в [1] выступала в роли имитации зажигания.

Сеточная модель и настройки модели были взяты из [1]. Результаты моделирования с использованием брутто-формулы показали почти совпадающее распределение температуры в области зажигания для случаев с горячей стенкой и без неё (рисунок 1).

Аналогичное исследование было проведено с использованием химической кинетики *Flamelet*-библиотеки (рисунок 2).

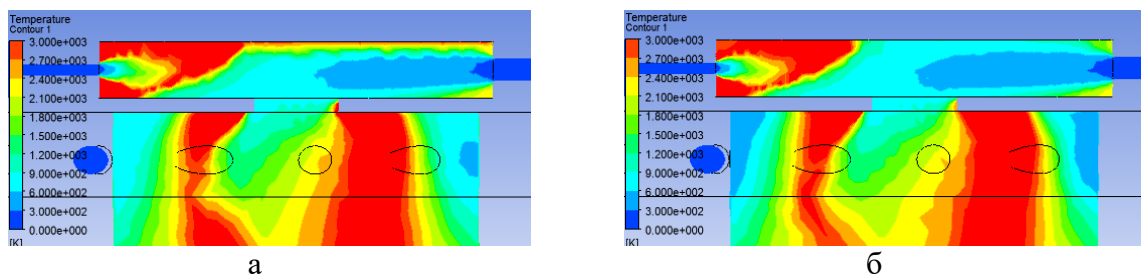


Рис. 1. Распределение статической температуры в области зажигания с использованием брутто-формулы: а) расчёт с горячей стенкой 3000 К, б) расчёт без горячей стенки

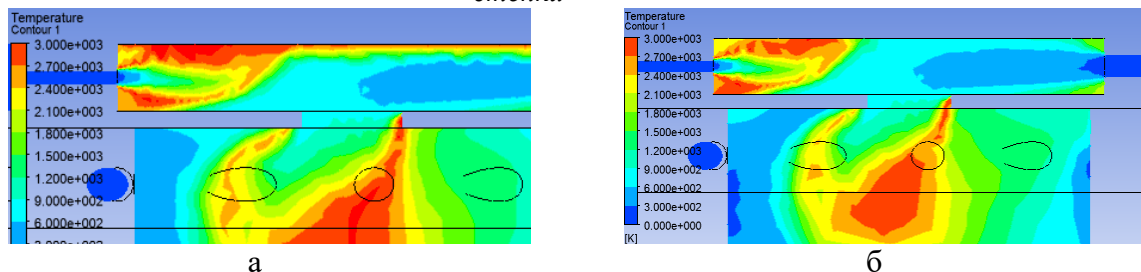


Рис. 2. Распределение статической температуры в области зажигания с использованием *Flamelet*-библиотеки: а) расчёт с горячей стенкой 3000 К, б) расчёт без горячей стенки

В таблице 1 представлено сравнение параметров ракетного двигателя с использованием имитации зажигания (стенка высокой температуры) и без её использования

Таблица 1. Сравнение параметров ракетного двигателя с учетом горячей стенки и без

Варианты	Интегральные параметры					Тяга, Н
	Температура, К		Давление, Па		Осевая скорость, м/с	
	крит. сечение	выход из сопла	крит. сечение	выход из сопла	выход из сопла	
Брутто-формула, с горячей стенкой	3515	875	380911	968	4377	29,04
Брутто-формула, без горячей стенки	3505	886	380474	964	4372	29,01
<i>Flamelet</i> , с горячей стенкой	2727	1203	354673	876	3721	24,75
<i>Flamelet</i> , без горячей стенки	2705	1209	354305	871	3767	25,04

Как видно из таблицы 1, принятое допущение даёт максимальную разницу не более 1,2% для определения тяги и удельного импульса с использованием модели горения *Flamelet*. Для модели горения EDM эта погрешность не более 0,1%.

Таким образом, можно сделать вывод, что расчёт без имитации зажигания с использованием модели горения EDM оправдан, поскольку даёт незначительную погрешность 0,1%, сопоставимую с математической погрешностью. При использовании более подробной модели горения следует выполнить расчёт без этого допущения.

Библиографический список

1. Егорычев, В. С. Моделирование внутрикамерного рабочего процесса РДМТ на газообразных кислороде и водороде в ANSYS CFX: учеб. пособие / В. С. Егорычев, Л. С. Шаблий, В. М. Зубанов.– Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2016. – 136 с.: ил.