

Распространение фронта пламени в канале с учетом обрыва реакции на стенке

Научный руководитель – Михальченко Елена Викторовна

Коробов Роман Дмитриевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: roman.korobov@math.msu.ru

Горение водородно-воздушных смесей в узких каналах существенно зависит от взаимодействия смеси со стенками: рекомбинация активных радикалов (H, O, OH) на поверхности снижает их концентрации и может заметно изменять структуру фронта и скорость распространения пламени [3]. Цель работы — оценить влияние “обрыва реакции” на стенках (потерь активных частиц) на распространение фронта пламени в канале.

Рассматривается нестационарное распространение фронта в канале при заданных термодинамических условиях и составе смеси. Математическая модель включает систему уравнений Навье—Стокса для сжимаемой многокомпонентной реагирующей смеси с учётом теплопроводности и диффузии компонентов, а химические превращения описываются детальным кинетическим механизмом окисления водорода [2]. Численное решение выполняется по явной высокоразрешающей схеме класса КАБАРЕ [1]. Для учёта влияния стенок сравниваются два варианта постановки: (i) инертные твёрдые стенки без потерь активных частиц; (ii) стенки, на которых задаётся сток (поглощение) радикалов, моделирующий обрыв цепных реакций в пристеночной области.

Показано, что при наличии потерь радикалов у стенки формируется выраженный градиент концентрации атомарного водорода в пристеночной зоне, что приводит к уменьшению локальной скорости тепловыделения и снижению скорости фронта по сравнению со случаем инертных стенок. В варианте без потерь фронт распространяется более устойчиво, а распределения температуры и концентраций более однородны по сечению. Полученные результаты подчёркивают важность корректного задания граничных условий для активных компонентов при моделировании горения в тонких каналах и при расчёте устройств, где характерные размеры сравнимы с толщиной реакционной зоны.

Источники и литература

- 1) Головизнин В. М., Карабасов С. А. Схемы типа КАБАРЕ для задач газовой динамики и переноса., 2000– 2010-е.
- 2) Keromnes A., Metcalfe W.K., Heufer K.A., et al. An experimental and detailed chemical kinetic modeling study of hydrogen and syngas mixture oxidation at elevated pressures. Combustion and Flame, 2013.
- 3) Warnatz J., Maas U., Dibble R. W. Combustion: Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation. Springer, 2006.