

## ПРЯМОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ГОРЕНИЯ ГАЗОВ В ДВУМЕРНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ\*

В. Я. Басевич<sup>1</sup>, А. А. Беляев<sup>2</sup>, С. М. Фролов<sup>3</sup>, Б. Басара<sup>4</sup>

**Аннотация:** Предложена методика двумерного прямого численного моделирования (ПЧМ) распространения турбулентного пламени в газовых реагирующих смесях в условиях стационарной, однородной и изотропной турбулентности. Методика основана на детальном кинетическом механизме (ДКМ) горения многокомпонентной смеси и не содержит каких-либо эмпирических подгоночных параметров. Методика применена к расчету турбулентного горения водородно-воздушной смеси. Сравнение результатов расчетов с экспериментом показало, что между ними есть качественное согласие: и в расчете, и в эксперименте скорость турбулентного горения возрастает с увеличением интенсивности турбулентности, причем трехмерная турбулентность в эксперименте увеличивает интенсивность обменных процессов и площадь поверхности пламени, а следовательно, и скорость его распространения в большей степени, чем «двумерная» турбулентность. Кроме того, концентрации активных центров реакции — гидроксила OH, атомов H и O — в турбулентном пламени меньше, чем в ламинарном, что также согласуется с экспериментом.

**Ключевые слова:** прямое численное моделирование; турбулентное горение; детальный кинетический механизм; водород

### Литература

1. *Щетинков Е. С.* Физика горения газов. — М.: Наука, 1965. 739 с.
2. *Bell J. B., Day M. S., Grcar J. F.* Numerical simulation of premixed turbulent methane combustion // *Proc. Combust. Inst.*, 2002. Vol. 29. P. 1987–1993.
3. *Echekki T., Chen J. H.* Direct numerical simulation of autoignition in nonhomogeneous hydrogen–air mixtures // *Combust. Flame*, 2003. Vol. 134. P. 169–191.
4. *Bell J. B., Cheng R. K., Day M. S., Shepherd I. G.* Numerical simulation of Lewis number effects on lean premixed turbulent flames // *Proc. Combust. Inst.*, 2006. Vol. 31. P. 1309–1317.
5. *Aspden A. J., Day M. S., Bell J. B.* Three-dimensional direct numerical simulation of turbulent lean premixed methane combustion with detailed kinetics // *Combust. Flame*, 2016. Vol. 166. P. 266–283.
6. *Басевич В. Я., Володин В. П., Когарко С. М., Перегудов Н. И.* Расчеты турбулентного пламени в двухмерном приближении // *Хим. физика*, 1982. Т. 1. № 8. С. 1130–1137.
7. *Басевич В. Я., Беляев А. А., Посвянский В. С., Фролов С. М.* Механизмы окисления и горения нормальных парафиновых углеводородов: переход от C<sub>1</sub>–C<sub>10</sub> к C<sub>11</sub>–C<sub>16</sub> // *Хим. физика*, 2013. Т. 32. № 4. С. 87–96.
8. *Годунов С. К., Рябенский В. С.* Разностные схемы. — М.: Наука, 1977. 440 с.
9. *Карпов В. П., Северин Е. С.* Влияние коэффициентов молекулярного переноса на турбулентную скорость выгорания // *ФГВ*, 1980. Т. 16. № 1. С. 45–51.
10. *Басевич В. Я., Когарко С. М.* Образование углеводородов при турбулентном горении метано-воздушной смеси // *ФГВ*, 1985. Т. 21. № 5. С. 12–17.

Поступила в редакцию 18.01.17

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект офи-м № 16-29-01065).

<sup>1</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, basevch@chph.ras.ru

<sup>2</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, belyaevINF@yandex.ru

<sup>3</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», smfrol@chph.ras.ru

<sup>4</sup>AVL LIST GmbH, branislav.basara@avl.com