

ВЛИЯНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА СРЕДНЮЮ СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ: ОБЗОР*

С. М. Фролов¹

Аннотация: Приведен обзор моделей, позволяющих приближенно рассчитать среднюю скорость реакции, протекающей в турбулентном реагирующем потоке во фронтальном, объемном или комбинированном фронтально-объемном режимах. Рассмотрены модели реактора идеального и частичного смешения, модели априорных функций плотности распределения вероятностей (ФПРВ) и модель совместных ФПРВ массовой скорости и скалярных параметров реагирующего потока.

Ключевые слова: турбулентное реагирующее течение; средняя скорость химической реакции; реактор частичного смешения; функции плотности распределения вероятностей

Литература

1. Pope S. B. PDF methods for turbulent reactive flows // Prog. Energ. Combust. Sci., 1985. Vol. 11. P. 119–192.
2. Wunning J. A., Wunning J. G. Flameless oxidation to reduce thermal no-formation // Prog. Energ. Combust. Sci., 1997. Vol. 23. Iss. 1. P. 81–94.
3. Воинов А. Н. Исследования детонации и самовоспламенения в условиях двигателей легкого топлива. Дисс. . . . докт. техн. наук. — М.: АН СССР, 1957. Ч. 1. 44 с.
4. Фролов С. М., Фурмански П., Волански П. Термохимическая модель форкамерно-факельного зажигания и горения // Хим. физика, 1996. Т. 15. № 12. С. 75–91.
5. Villermaux J., Devillon J. C. Représentation de la coalescence et de la redispersion des domaines de ségrégation dans un fluide per modèle d’interaction phénoménologique // 2nd Conference (International) on Chemical Reaction Engineering Proceedings. — Netherlands, 1972. P. 1–13.
6. Golovitchev V. I., Atarashiya K., Tanaka K., Yamada S. Towards universal EDC-based combustion model for compression ignited engine simulations. SAE Paper No. 2003-01-1849, 2003.
7. Вулис Л. А. Тепловой режим горения. — М.—Л.: ГЭИ, 1954. 288 с.
8. Chomiak J., Karlsson A. Flame liftoff in diesel sprays // 26th Symposium (International) on Combustion Proceedings, 1996. P. 2557–2564.
9. Marzouk O. A., Huckaby E. D. A comparative study of eight finite rate chemistry kinetics for CO/H₂ combustion // EACFM J., 2010. Vol. 4. No. 3. P. 331–356.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 15-08-00782). Автор признателен В. С. Посвянскому за вывод соотношений для Гауссовских квадратур.

¹Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», smfrol@chph.ras.ru

10. *Peters N.* The premixed turbulent flame in the limit of a large activation energy // *J. Non-Equil. Thermody.*, 1982. Vol. 7. P. 25–38.
11. *Bradley D., Gaskell P. H., Gu X. J.* Application of a Reynolds stress, stretched flamelet, mathematical model to computations of turbulent burning velocities: Comparisons with experiments and the predictions of other models // *Combust. Flame*, 1994. Vol. 96. P. 221–248.
12. *Vreman A. W., van Oijen J. A., de Goey L. P. H., Bastiaans R. J. M.* Subgrid scale modeling in large-eddy simulation of turbulent combustion using premixed flamelet chemistry // *Flow Turbul. Combust.*, 2009. Vol. 82. P. 511–535.
13. *Domingo P., Vervisch L., Bray K. N. C.* Partially premixed flamelets in LES of nonpremixed turbulent combustion // *Combust. Theor. Model.*, 2002. Vol. 6. P. 529–551.
14. *Bradley D., Gaskell P. H., Lau A. K. C.* A mixedness-reactedness flamelet model for turbulent diffusion flames // *Proc. Combust. Inst.*, 1990. Vol. 23. P. 685–692.
15. *Ribert G., Champion M., Plion P.* Modeling a turbulent reactive flow with variable equivalence ratio: Application to the calculation of a reactive shear layer // *Combust. Sci. Technol.*, 2004. Vol. 176. P. 907–923.
16. *Darbyshire O. R., Swaminathan N., Hochgreb S.* The effects of small-scale mixing models on the prediction of turbulent premixed and stratified combustion // *Combust. Sci. Technol.*, 2010. Vol. 182. P. 1141–1170.
17. *Фролов С. М., Басевич В. Я., Беляев А. А., Посвянский В. С., Радвогин Ю. Б.* Моделирование стабилизации пламени в турбулентном потоке // *Хим. физика*, 1999. Т. 18. № 3. С. 86–99.
18. *Фролов С. М., Басевич В. Я., Беляев А. А.* Механизм стабилизации турбулентного пламени на плохообтекаемом теле // *Хим. физика*, 1999. Т. 18. № 8. С. 50–61.
19. *Фролов С. М., Басевич В. Я., Беляев А. А.* Моделирование стабилизации турбулентного пламени на плохообтекаемых телах // *Хим. физика*, 1999. Т. 18. № 9. С. 54–64.
20. *Фролов С. М., Басевич В. Я., Беляев А. А.* Влияние режимных параметров на стабилизацию турбулентного пламени на плохообтекаемом теле // *Хим. физика*, 2001. Т. 20. № 1. С. 76–83.
21. *Smirnov N. N., Nikitin V. F., Tyurnikov M. V., Boichenko A. P., Legros J. C., Shevtsova V. M.* Control of detonation onset in combustible gases // *High-speed deflagration and detonation: Fundamentals and control* / Eds. G. D. Roy, S. M. Frolov, D. W. Netzer, A. A. Borisov. — Moscow: ELEX-KM Publ., 2001. P. 3–30.
22. *Pope S. B.* Turbulence combustion modeling: Fluctuations and chemistry // *Advanced computation and analysis of combustion* / Eds. G. D. Roy, S. M. Frolov, P. Givi. — Moscow: ENAS Publ., 1997. P. 310–320.
23. *Frolov S. M., Basevich V. Ya., Neuhaus M. G., Tatshl R.* A joint velocity-scalar PDF method for modeling premixed and non-premixed combustion // *Advanced computation and analysis of combustion* / Eds. G. D. Roy, S. M. Frolov, P. Givi. — Moscow: ENAS Publ., 1997. P. 537–561.
24. *Frolov S. M., Ivanov V. S., Basara B., Suffa M.* Numerical simulation of flame propagation and localized preflame autoignition in enclosures // *J. Loss Prevent. Proc. Ind.*, 2013. Vol. 26. P. 302–309.

Поступила в редакцию 18.12.15