

СОПИРОЛИЗ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА И МЕТАНА
В УСЛОВИЯХ АДИАБАТИЧЕСКОГО СЖАТИЯ*И. В. Билера¹

Аннотация: При использовании метода адиабатического сжатия (АС) исследовали сопиरोлиз диметилового эфира (ДМЭ) и метана в диапазоне температур 1030–1860 К и степеней превращения 0,15%–96,1%. При сравнении полученных данных и результатов импульсного пиролиза ДМЭ было установлено, что составы смесей продуктов качественно совпадают, добавка метана к ДМЭ (1 : 1 об./об.) не оказывает заметного влияния на степень превращения ДМЭ, но влияет на выходы продуктов, особенно при температурах выше 1700 К. Установлено, что при степенях превращения ДМЭ 95% и более в температурном диапазоне 1700–1860 К выход этилена остается постоянным при одновременном снижении выхода этана и резком увеличении выхода ацетилена.

Ключевые слова: ДМЭ; метан; пиролиз; адиабатическое сжатие; формальдегид; этилен; ацетилен

DOI: 10.30826/CE19120205

Литература

1. Semelsberger T. A., Borup R. L., Greene H. L. Dimethyl ether (DME) as an alternative fuel // J. Power Sources, 2006. Vol. 156. P. 497–511. doi: 10.1016/j.jpowsour.2005.05.082.
2. Гайворонский А. И., Марков В. А., Илатовский Ю. В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. — М.: ИРЦ Газпром, 2007. 480 с.
3. Park S. H., Lee C. S. Applicability of dimethyl ether (DME) in a compression ignition engine as an alternative fuel // Energ. Convers. Manage., 2014. Vol. 86. P. 848–863. doi: 10.1016/j.enconman.2014.06.051.
4. Marchionna M., Patrini R., Sanfilippo D., Migliavacca G. Fundamental investigations on di-methyl ether (DME) as LPG substitute or make-up for domestic uses // Fuel Process. Technol., 2008. Vol. 89. No. 12. P. 1255–1261. doi: 10.1016/j.fuproc.2008.07.013.
5. Wang Y., Li G., Zhu W., Zhou L. Study on the application of DME/diesel blends // Fuel Process. Technol., 2008. Vol. 89. No. 12. P. 1272–1280. doi: 10.1016/j.fuproc.2008.05.023.
6. Lossing F. P., Ingold K. U., Tickner A. W. Free radicals by mass spectrometry. Part II. — The thermal decomposition of ethylene oxide, propylene oxide, dimethyl ether, and dioxane // Discuss. Faraday Soc., 1953. Vol. 14. P. 34–44. doi: 10.1039/DF9531400034.
7. Anderson K. H., Benson S. W. Termination products and processes in the pyrolysis of dimethyl ether // J. Chem. Phys., 1962. Vol. 36. No. 9. P. 2320–2323. doi: 10.1063/1.1732883.
8. Zhao Z., Chaos M., Kazakov A., Dryer F. L. Thermal decomposition reaction and a comprehensive kinetic model of dimethyl ether // Int. J. Chem. Kinet., 2008. Vol. 40. No. 1. P. 1–18. doi: 10.1002/kin.20285.
9. Билера И. В., Хаджиев С. Н. Гомогенный пиролиз диметилового эфира в условиях адиабатического сжатия // Горение и взрыв, 2018. Т. 11. № 1. С. 27–34. doi: 10.30826/CE18110103.
10. Sivaramakrishnan R., Michael J. V., Wagner A. F., Dawes R., Jasper A. W., Harding L. B., Georgievskii Y., Klippenstein S. J. Roaming radicals in the thermal decomposition of dimethyl ether: Experiment and theory // Combust. Flame, 2011. Vol. 158. No. 4. P. 618–632. doi: 10.1016/j.combustflame.2010.12.017.
11. Chen Z., Qin X., Ju Y., Zhao Z., Chaos M., Dryer F. L. High temperature ignition and combustion enhancement by dimethyl ether addition to methane–air mixtures // P. Combust. Inst., 2007. Vol. 31. P. 1215–1222. doi: 10.1016/j.proci.2006.07.177.
12. Yu H., Hu E., Cheng Y., Zhang X., Huang Z. Experimental and numerical study of laminar premixed dimethyl ether/methane–air flame // Fuel, 2014. Vol. 136. P. 37–45. doi: 10.1016/j.fuel.2014.07.032.
13. Amano T., Dryer F. L. Effect of dimethyl ether, NO_x, and ethane on CH₄ oxidation: High pressure, intermediate-temperature experiments and modeling // P. Combust. Inst., 1998. Vol. 27. P. 397–404. doi: 10.1016/S0082-0784(98)80428-1.
14. Tang C., Wei L., Zhang J., Man Z., Huang Z. Shock tube measurement and kinetic investigation on the ignition delay times of methane/dimethyl ether mixtures // Energ. Fuel., 2012. Vol. 26. P. 6720–6728. doi: 10.1021/ef301339m.
15. Burke U., Somers K. P., O'Toole P., Zinner C. M., Marquet N., Bourque G., Petersen E. L., Metcalfe W. K., Serinyel Z., Curran H. J. An ignition delay and ki-

* Работа выполнена в рамках Государственного задания ИНХС РАН.

¹ Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева Российской академии наук, bilera@ips.ac.ru

- netic modeling study of methane, dimethyl ether, and their mixtures at high pressures // *Combust. Flame*, 2015. Vol. 162. No.2. P. 315–330. doi: 10.1016/j.combustflame.2014.08.014.
16. Yoon S. S., Ahn D. H., Chung S. H. Synergistic effect of mixing dimethyl ether with methane, ethane, propane, and ethylene fuels on polycyclic aromatic hydrocarbon and soot formation // *Combust. Flame*, 2008. Vol. 154. No. 3. P. 368–377. doi: 10.1016/j.combustflame.2008.04.019.
17. Wang Y., Liu H., Ke X., Shen Z. Kinetic modeling study of homogeneous ignition of dimethyl ether/hydrogen and dimethyl ether/methane // *Appl. Therm. Eng.*, 2017. Vol. 119. P. 373–386. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2017.03.065.
18. Batt L., Alvarado-Salinas G., Reid I. A. B. The pyrolysis of dimethyl ether and formaldehyde // *P. Combust. Inst.*, 1982. Vol. 19. P. 81–87. doi: 10.1016/S0082-0784(82)80180-X.
19. Wang Y., Liu C. Plasma methane conversion in the presence of dimethyl ether using dielectric-barrier discharge // *Energ. Fuel.*, 2005. Vol. 19. No. 3. P. 877–881. doi: 10.1021/ef049823q.
20. Самойлович В. Г., Гибалов В. И., Козлов К. В. Физическая химия барьерного разряда. — М.: Изд-во МГУ, 1989. 176 с.
21. Колбановский Ю. А., Щипачев В. С., Черняк Н. Я. и др. Импульсное сжатие газов в химии и технологии. — М.: Наука, 1982. 240 с.
22. Cool T. A., Wang J., Hansen N., Westmoreland P. R., Dryer F. L., Zhao Z., Kazakov A., Kasper T., Kohse-Höinghaus K. Photoionization mass spectrometry and modeling studies of the chemistry of fuel-rich dimethyl ether flames // *P. Combust. Inst.*, 2006. Vol. 31. P. 285–293. doi: 10.1016/j.proci.2006.08.044.
23. Hidaka Y., Sato K., Yamane M. High-temperature pyrolysis of dimethyl ether in shock waves // *Combust. Flame*, 2000. Vol. 123. No. 1. P. 1–22. doi: 10.1016/S0010-2180(00)00122-X.
24. Билера И. В., Буравцев Н. Н. Гомогенный пиролиз изопентана в условиях адиабатического сжатия // *Горение и взрыв*, 2016, Т. 9. № 1. С. 74–82.

Поступила в редакцию 18.01.19