

БЕСПЛАМЕННОЕ ГОРЕНИЕ КРУПНОЙ КАПЛИ Н-ДОДЕКАНА В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ*

С. М. Фролов¹, В. Я. Басевич², С. Н. Медведев³, Ф. С. Фролов⁴

Аннотация: На основе физико-математической модели горения капли и детального кинетического механизма (ДКМ) окисления и горения н-додекана $C_{12}H_{26}$ изучены особенности вынужденного зажигания и горения, а также самовоспламенения крупной (2–4 мм) капли н-додекана в атмосфере воздуха при нормальном давлении в условиях микрогравитации. Выбор н-додекана связан с проведением в 2017 г. российско-американского космического эксперимента (КЭ) «Зарево» на Международной космической станции (МКС) с использованием капель этого углеводорода. Проведенный анализ углубляет наши знания о беспламенном горении капли в условиях микрогравитации. Расчетами показано, что после радиационного погасания «горячего» пламени крупная капля может продолжать испаряться благодаря экзотермическому низкотемпературному окислению паров горючего с многократными вспышками голубого и горячего пламени при характерной температуре 950 К. Детальный анализ результатов расчета показывает, что регулярные всплески температуры возникают вследствие термического распада пероксида водорода — разветвления с выходом гидроксильных радикалов.

Ключевые слова: горение капли; н-додекан; микрогравитация; низкотемпературное окисление; голубое пламя; расчет

Литература

1. Farouk T., Dryer F. L. Microgravity droplet combustion: Effect of tethering fiber on burning rate and flame structure // *Combust. Theor. Model.*, 2011. Vol. 15. No. 4. P. 487–515.
2. Hicks M., Dietrich D., Hickman J. Microgravity droplet combustion on the International Space Station — status of the FLEX/FLEX-2/FLEX-2J suite of experiments // 50th AIAA Aerospace Sciences Meeting Including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition, 2012. Nashville, TN, USA.
3. Nayagam V., Dietrich D. L., Ferkul P. V., Hicks M. C., Williams F. A. Can cool flames support quasi-steady droplet burning // *Combust. Flame*, 2012. Vol. 159. P. 3583–3588.
4. Фролов С. М., Басевич В. Я., Медведев С. Н. Моделирование низкотемпературного окисления и горения капель // *Докл. РАН*, 2016. Т. 470. № 4. С. 427–430.
5. Басевич В. Я., Беляев А. А., Медведев С. Н., Посвянский В. С., Фролов Ф. С., Фролов С. М. Моделирование самовоспламенения и горения капель н-гептана с использованием детального кинетического механизма // *Хим. физика*, 2010. Т. 29. № 12. С. 50–59.
6. Басевич В. Я., Беляев А. А., Посвянский В. С., Фролов С. М. Механизмы окисления и горения нормальных парафиновых углеводородов: переход от C_1 – C_6 к C_7H_{16} // *Хим. физика*, 2010. Т. 29. № 12. С. 40–49.
7. Басевич В. Я., Фролов С. М. Кинетика «голубых» пламен при газофазном окислении и горении углеводородов и их производных // *Успехи химии*, 2007. Т. 76. № 9. С. 927–944.
8. Басевич В. Я., Беляев А. А., Посвянский В. С., Фролов С. М. Механизмы окисления и горения нормальных парафиновых углеводородов: переход от C_1 – C_{10} к C_{11} – C_{16} // *Хим. физика*, 2013. Т. 32. № 4. С. 87–96.

Поступила в редакцию 19.06.17

* Исследования проведены в рамках исполнения работ по КЭ «Зарево».

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

² Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, basevich@chph.ras.ru

³ Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, medvedevs@chph.ras.ru

⁴ Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, f.frolov@chph.ru