МЕХАНИЗМ ГОРЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА 4,9-БИС(ТРИНИТРОМЕТИЛ)-1,2,4-ТРИАЗОЛО[3,4-d]-1,2,4- ТРИАЗОЛО[3,4-f]-ФУРАЗАНО[3,4-b]ПИРАЗИНА*

В. П. Синдицкий¹, Ч. Х. Хоанг², А. Б. Шереметев³

Аннотация: Исследован механизм горения и термического разложения 4,9-бис(тринитрометил)-1,2,4-триазоло-[3,4-d]-1,2,4-триазоло[3,4-f]-фуразано[3,4-b]пиразина, который представляет интерес как взрывчатое вещество и компонент ракетных топлив. Анализ газообразных и конденсированных продуктов разложения исследуемого соединения показал, что на начальной стадии происходит разложение тринитрометильных групп. При температурах 100–120 °С разложение прекращается на промежуточном образовании ангидрида карбоновой кислоты. Измерения с помощью термпар позволили установить давление пара и теплоту испарения. Было показано, что, несмотря на высокую температуру пламени, горение исследуемого соединения подчиняется механизму с ведущей реакцией в конденсированной фазе, что обусловлено высокими скоростями выделения тепла в расплаве.

Ключевые слова: горение; термическое разложение; 4,9-бис(тринитрометил)-1,2,4-триазоло[3,4-d]-1,2,4-триазоло[3,4-f]-фуразано[3,4-b]пиразин

Литература

1. Kettner M. A., Klapötke T. M. Synthesis of new oxidizers for potential use in chemical rocket propulsion // Chemical rocket propulsion / Eds. L. De Luca, T. Shimada V. P. Sinditskii, M. Calabro. — Springer Inter. Publishing, 2017. P. 63–88.
2. Фогельзанг А. Е., Аджемян В. Я., Светлов Б. С. Исследование горения свинцовых солей нитракарбоновых кислот и нитропарафинов // Докл. АН СССР, 1977. Т. 236. № 3. С. 688–691.
3. Atwood A. I., Boggs T. L., Curran P. O., Parr T. P., Hanson-Parr D., Price C. F., Wiknich J. Burning rate of solid propellant ingredients. Part 1: Pressure and initial temperature effects // J. Propul. Power, 1999. Vol. 15. No. 6. P. 740–747.
4. Sinditskii V. P., Serushkin V. V., Filatov S. A., Egorshchikov V. Yu. Flame structure of hydrazinium nitroformate // Combustion of energetic materials. — Eds. K. Kuo, L. DeLuca. — New York, NY, USA: Begell House Inc., 2002. P. 576–586.
5. Хусамутдинов Г. К., Королев В. Л., Пархоменко Т. Н. и др. // Изв. РАН. Сер. хим., 1993. Т. 42. С. 1776–1778.
6. Sheremetev A. B., Korolev V. L., Potemkin A. A., Aleksandrova N. S., Palysaeva N. V., Hoang T. H., Sinditskii V. P., Suponitsky K. Yu. Oxygen-rich 1,2,4-triazolo[3,4-d]-1,2,4-triazolo[3,4-f]fuzazano[3,4-b]pyrazines as energetic materials // Asian J. Org. Chem., 2016. Vol. 5. No. 11. P. 1388–1397.
7. Степанов Р. С., Круглякова Л. А., Астахов А. М. Структурно-кинетические закономерности термораспада гем-тринитрометилазолов в жидкой фазе // Ж. общей химии, 2007. Т. 77. № 11. С. 1881–1886.
8. Зельдович Я. Б. Теория горения порохов и взрывчатых веществ // Ж. эксп. теор. физ., 1942. Т. 12. № 11–12. С. 498–524.

Поступила в редакцию 29.12.16

*Финансовая поддержка этой работы была предоставлена РНФ (грант № 14-13-01153).

¹Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, vps@rctu.ru

²Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, hoanghuu264@gmail.com

³Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского Российской академии наук, sab@ioc.ac.ru