

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛОЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВЫШЕННОМ ДАВЛЕНИИ*

К. А. Моногаров¹, Н. В. Муравьев², А. А. Брагин³, А. Н. Пивкина⁴, Ю. В. Фролов⁵, А. А. Громов⁶

Аннотация: На примере тринитротолуола (ТНТ), перхлората аммония (ПХА) и динитрамида аммония (АДНА) исследована чувствительность процесса термического разложения высокоэнергетических материалов к давлению в интервале от 0,1 до 10 МПа. Установлено, что при повышении давления происходит существенное изменение пути разложения ПХА — двухстадийное разложение сменяется одностадийным. Проведено подробное исследование термоллиза и горения АДНА: впервые экспериментально установлено соответствие зависимостей скорости тепловыделения и скорости горения от давления. Полученные результаты показали перспективность использования нового метода изучения высокоэнергетических материалов — дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) высокого давления — как для установления новых фундаментальных закономерностей разложения, так и для прогнозирования термического поведения при тех значениях давления, при которых эти вещества будут использоваться.

Ключевые слова: энергоемкие материалы; дифференциальная сканирующая калориметрия при высоком давлении; тепловой эффект распада; динитрамид аммония

Литература

1. *Smyth F. H., L. H. Adams.* The system, calcium oxidecarbon dioxide // *J. Am. Chem. Soc.*, 1923. Vol. 45. No. 5. P. 1167–1184.
2. *Walker J. A., Tsang W.* Characterization of oils by differential scanning calorimetry. SAE Tech. Paper No. 801383, 1980.
3. *Cerny J., Zelinka M.* Oxidation stability of lubricants measured by a PDSC technique // *Petroleum Coal*, 2004. Vol. 46. No. 3. P. 56–62.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-03-31528 мол.а).

¹Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, kostyk3d@mail.ru

²Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, muravyev-nikita@yandex.ru

³Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, anatoliybragin@gmail.com

⁴Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, alla_pivkina@mail.ru

⁵Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, a7777@chph.ras.ru

⁶Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Томский политехнический университет, alexandergromov1@gmail.com

4. Jones D. E. G., Augsten R. A. Evaluation of systems for use in DSC measurements on energetic materials // *Thermochimica Acta*, 1996. Vol. 286. P. 355–373.
5. Yin C., Liu Z., Kong Y., et al. Characteristic values on high pressure DSC curves from thermal decomposition of solid propellants // *Energ. Mater.*, 1998. No. 4. P. 173–178. [In Chinese.]
6. Tompa A. S. Thermal analysis of ammonium dinitramide (ADN) // *Thermochimica Acta*, 2000. Vol. 357–358, P. 177–193.
7. Matsunaga H., Habu H., Miyake A. Thermal decomposition of the high-performance oxidizer ammonium dinitramide under pressure // *J. Therm. Anal. Calorimetry*, 2014. Vol. 116. Iss. 3. P. 1227–1232.
8. Long G. T., Brems B. A., Wight C. A. Autocatalytic thermal decomposition kinetics of TNT // *Thermochimica Acta*, 2002. Vol. 388. Iss. 1-2. P. 175–181.
9. Wemhoff A. P., Becker R. C., Burnham A. K. Calibration of chemical kinetic models using simulations of small-scale cookoff experiments // *HT2008 ASME 2008 Summer Heat Transfer Conference Proceedings*, 2008. P. 1–8.
10. Kishore K., Sridhara K. Solid propellant chemistry: Condensed phase behaviour of ammonium perchlorate-based solid propellants. DRDO monographs/special publications ser., 1999. New Delhi: Defence Research & Development Organisation. 235 p.
11. Lang A. J., Vyazovkin S. Effect of pressure and sample type on decomposition of ammonium perchlorate // *Combust. Flame*, 2006. Vol. 145. Iss. 4. P. 779–790.
12. Fujisato K., Habu H., Hori K. Condensed phase behavior in the combustion of ammonium dinitramide // *Propell. Explosives Pyrotechnics*, 2014. Vol. 39. Iss. 5. P. 714–722.
13. Oxley J. C., Smith J. L., Zheng W., et al. Thermal decomposition studies on ammonium dinitramide (ADN) and 15N and 2H isotopomers // *J. Phys. Chem. A*, 1997. Vol. 101. No. 31. P. 5646–5652.
14. Vyazovkin S., Wight C. A. Ammonium dinitramide: Kinetics and mechanism of thermal decomposition // *J. Phys. Chem. A*, 1997. Vol. 101. No. 31. P. 5653–5658.
15. Синдицкий В. П., Егоршев В. Ю., Серушкин В. В., Филатов С. А.. Горение энергетических материалов с ведущей реакцией в конденсированной фазе // *ФГВ*, 2012. № 1. С. 89–109.

Поступила в редакцию 01.11.14