

## ТЕПЛОЙ ВЗРЫВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО НИТРОЭФИРАМИ

Ю. М. Милёхин<sup>1</sup>, А. А. Коптелов<sup>2</sup>, И. А. Коптелов<sup>3</sup>, А. А. Рогозина<sup>4</sup>, Н. И. Шишов<sup>1</sup>

**Аннотация:** Экспериментально определены временные интервалы задержки теплового взрыва  $\tau$  смесового энергетического материала типа NEPE на образцах в форме цилиндров диаметром и высотой 4 мм, запрессованных в герметичные стальные оболочки с плотностью заполнения, близкой к теоретической. Опыты проводили в изопериболических условиях в диапазоне температур от 110 до 140 °С. Приведено сравнение полученных экспериментальных значений  $\tau$  с рассчитанными по системе уравнений теплопроводности и кинетики с применением кинетических характеристик, полученных методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Показано, что результаты экспериментов и численных расчетов согласуются наилучшим образом при использовании формально-кинетического уравнения разветвленной цепной реакции.

**Ключевые слова:** тепловой взрыв; термическое разложение; энергетический композиционный материал; нитроэфиры; энергия активации

DOI: 10.30826/CE22150310

EDN: KIVRDN

### Литература

1. Burnham A. K., Weese R. K., Wardell J. F., Tran T. D., Wemhoff A. P., Koerner J. G., Maienschein J. L. Can thermal analysis reliably predict thermal cookoff behavior? // 13th Detonation Symposium (International) Proceedings. — Norfolk, VA, USA, 2006. Article UCRL-CONF-222234.
2. Burnham A. K., Weese R. K., Wemhoff A. P., Maienschein J. L. A historical and current perspective on predicting thermal cookoff behavior // J. Therm. Anal. Calorim., 2007. Vol. 89. No. 2. P. 407–415.
3. Wemhoff A. P., Howard W. M., Burnham A. K., Nichols A. L. An LX-10 kinetic model calibrated using simulations of multiple small-scale thermal safety tests // J. Phys. Chem. A, 2008. Vol. 112. No. 38. P. 9005–9011.
4. Милёхин Ю. М., Коптелов А. А., Садовничий Д. Н., Шишов Н. И., Бестужева Т. А., Бутенко Е. А. Термическое разложение сложноэфирного полиуретана и эластомеров на его основе, подвергнутых воздействию  $\gamma$ -излучения // Физика горения и взрыва, 2006. Т. 42. № 2. С. 133–138.
5. Коптелов А. А., Милёхин Ю. М., Матвеев А. А., Коптелов И. А., Рогозина А. А. Прогнозирование параметров теплового взрыва энергетических материалов по данным термического анализа // Ж. прикладной химии, 2017. Т. 90. Вып. 8. С. 1033–1040.
6. Vyazovkin S., Burnham A. K., Criado J. M., Perez-Maqueda L. A., Popescu C., Sbirrazzuoli N. ICTAC Kinetics Committee recommendations for performing kinetic computations on thermal analysis data // Thermochim. Acta, 2011. Vol. 520. P. 1–19.
7. Bohn M. A. NC-based energetic materials — stability, decomposition, and ageing // Nitrocellulose — Supply, Ageing and Characterization Meeting. — Aldermaston, England: AWE, 2007.
8. Коптелов А. А., Коптелов И. А., Матвеев А. А., Рогозина А. А. Расчет времени задержки теплового взрыва энергетического смесового материала на полибутандиеновом связующем // Горение и взрыв. 2020. Т. 13. № 2. С. 96–101.
9. Попок В. Н., Ильиных К. Ф. Тепловой взрыв смесовых энергетических материалов на основе различных горючих-связующих и окислителей // Бултеровские сообщения, 2013. Т. 33. № 3. С. 42–48.
10. Qin Pei-wen, Zhao Xiao-bin, Qin Chao, Cheng Li-guo, Su Jing, Guan Hong-bo. Size effects of thermal safety of NEPE propellant // Chinese J. Explosives Propellants, 2016. Vol. 39. No. 1. P. 84–88.

Поступила в редакцию 13.05.2022

<sup>1</sup>Федеральный центр двойных технологий «Союз», soyuz@fcfd.ru

<sup>2</sup>Федеральный центр двойных технологий «Союз», aakoptelov@gmail.com

<sup>3</sup>Инновационный центр «Баррикады», igor.koptelov@mail.ru

<sup>4</sup>Федеральный центр двойных технологий «Союз», npi-2013@bk.ru