

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ CL-20*

Т. С. Конькова¹, Ю. Н. Матюшин², А. Б. Воробьев³, Я. О. Иноземцев³, А. В. Иноземцев³

Аннотация: Высокая энергоёмкость и умеренная чувствительность — два наиболее важных требования, предъявляемых к современным энергетическим материалам. Изучение свойств синтезированных энергоёмких соединений показало, что рост энергии почти всегда приводит к повышению чувствительности веществ. Мощное взрывчатое вещество CL-20 (гексанитрогексаазаизовюрцитан имеет $\rho = 1,97 \text{ г/см}^3$ и $D = 9,44 \text{ км/с}$) и его производные, полученные ранее, не отвечают требованиям безопасности по чувствительности. Для достижения желаемой цели — создания высокоэффективных полициклических каркасных мультинитраминовых структур с пониженной чувствительностью — было разработано и синтезировано новое семейство энергетических соединений путем включения алкилнитраминового фрагмента в пентанитрогексаазаизовюрцитановый скелет. Основным способом определения энтальпий образования высокоэнергоёмких соединений является калориметрия сжигания. Используя этот метод, получены энтальпии сгорания и рассчитаны энтальпии образования энергонасыщенных соединений в стандартном состоянии для *N,N*-бис[(2,6,8,10,12-пентанитро-2,4,6,8,10,12-гексааза-изовюрцитан-4-ил)-метил]-нитрамида $[\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{N}_{24}\text{O}_{22}]$, 2-нитро-1-[(2,6,8,10,12-пентанитро-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитан-4-ил)метил]-(нитрамино)метилгуанидина $[\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_{17}\text{O}_{14}]$ и *N*-метил-*N*-[(2,6,8,10,12-пентанитро-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитан-4-ил)-метил]-нитрамида- $[\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}_{13}\text{O}_{12}]$.

Ключевые слова: калориметрия; энтальпия сгорания; энтальпия образования; производные CL-20

DOI: 10.30826/CE25180212

EDN: WVKANQ

Литература

1. Parakhin V. V., Pokhvisneva G. V., Ternikova T. V., Nikitin S. V., Smirnov G. A., Kon'kova T. S., Lempert D. B., Pivkina A. N. Energetic alkyl nitramine functionalized pentanitro hexaazaisowurtzitanes: Towards advanced less sensitive CL-20 analogues // J. Mater. Chem. A, 2022. Vol. 10. No. 2. P. 818–828. doi: 10.1039/D1TA08866A.
2. Parakhin V. V., Pokhvisneva G. V., Ternikova T. V., Shlykova N. I., Samigullina A. I., Nikitin S. V., Gordeev P. B., Smirnov G. A., Kon'kova T. S., Lempert D. B., Pivkina A. N. Linking polynitro hexaazaisowurtzitanes cages via an N,N'-methylene bridge: A promising strategy for designing energetic ensembles of CL-20 derivatives and adjusting their properties // New J. Chem., 2023. Vol. 47. P. 2444–2455. doi: 10.1039/D2NJ05332B.
3. Parakhin V. V., Pokhvisneva G. V., Shlykova N. I., Samigullina A. I., Nikitin S. V., Smirnov G. A., Gordeev P. B., Kon'kova T. S., Lempert D. B., Pivkina A. N. Highly energetic *N*-cyano-substituted CL-20 analogues: Challenging the stability limits of poly-nitro hexaazaisowurtzitanes // Dalton T., 2024. Vol. 53. P. 6100–6111. doi: 10.1039/D3DT04203K.
4. Иноземцев Я. О., Воробьев А. Б., Иноземцев А. В., Матюшин Ю. Н. Калориметрия энергоёмких соединений // Горение и взрыв, 2014. Т. 7. С. 260–270.
5. Kon'kova T. S., Matyushin Yu. N., Miroshnichenko E. A., Vorob'ev A. B. The thermochemical properties of dinitramidic acid salts // Russ. Chem. B, 2009. Vol. 58. No. 10. P. 1–8.
6. CODATA key values for thermodynamics / Eds. J. D. Cox, D. D. Wagman, V. A. Medvedev. — New York, Washington, Philadelphia, London, 1989. Final Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics.

Поступила в редакцию 28.01.2025

После доработки 06.02.2025

Принята к публикации 18.02.2025

*Работа была выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований РФ «Химическая физика окисления, горения и взрыва», рег. № 1024040200065-4 и имела бюджетное финансирование.

¹Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, taskon@mail.ru

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, ynm07@mail.ru

³Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, vectrl@yandex.ru