

## ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ЦИАНУРТРИАЗИДА\*

В. В. Неделько<sup>1</sup>, Б. Л. Корсунский<sup>2</sup>, Т. С. Ларикова<sup>1</sup>, С. В. Чапышев<sup>3</sup>,  
Н. В. Чуканов<sup>4</sup>, Ю. Шу<sup>5</sup>

**Аннотация:** Термическое разложение циануртриазида в расплаве и в растворе динонилфталата изучено методами термогравиметрии, манометрии, масс-спектрометрии и инфракрасной (ИК) спектроскопии. Определены кинетические и активационные параметры процессов. Единственным газообразным продуктом реакции является азот. Это обстоятельство, а также строение конденсированного остатка при термическом разложении циануртриазида в расплаве свидетельствуют об отщеплении молекулы азота от азидной группы в начальной стадии и последующих реакциях, приводящих к формированию плоских сеток из полисопряженных связей между атомами С и N. Для термического разложения циануртриазида в растворе получены величины предэкспоненциального множителя ( $10^{12.8} \text{ с}^{-1}$ ) и энергии активации (34100 кал/моль), характерные для термического разложения большинства азидов. С целью объяснения повышенных значений этих параметров (соответственно,  $10^{17.4} \text{ с}^{-1}$  и 42300 кал/моль) для реакции в расплаве предположено, что процесс протекает по механизму полимеризации (поликонденсации) с образованием двумерных сеток, причем наблюдаемые кинетические параметры являются эффективными величинами. Сделан вывод, что высокая чувствительность циануртриазида к внешним воздействиям имеет кинетическую природу.

**Ключевые слова:** циануртриазид; термическое разложение; кинетика, чувствительность

## Литература

1. *Finger H.* Uber Abkommlinge des Cyanurs // Z. Prakt. Chem., 1907. Vol. 75. No. 1. P. 103–104.
2. *Keßenich E., Klapotke T., Knizek J.* 1998. Characterization, crystal structure of 2,4-Bis(triphenylphosphanimino)tetrazolo[5,1-a]-[1,3,5]triazine, and improved crystal structure of 2,4,6-Triazido-1,3,5-triazine // Eur. J. Inorg. Chem. Vol. 12. P. 2013–2016.
3. *Андреев К. К.* Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. — М.: Наука, 1966. 346 с.

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-53-53004 ГФЕН а.

<sup>1</sup> Институт проблем химической физики Российской академии наук, vnedelko@icp.ac.ru

<sup>2</sup> Институт проблем химической физики Российской академии наук; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», kors@polymer.chph.ras.ru

<sup>3</sup> Институт проблем химической физики Российской академии наук, chap@icp.ac.ru

<sup>4</sup> Институт проблем химической физики Российской академии наук, chukanov@icp.ac.ru

<sup>5</sup> Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an, Shanxi, China, 1204172675@qq.com

4. Гальперин Л. Н., Колесов Ю. Р., Зеленов Н. А. Автоматические весы с магнитоэлектрическим компенсатором // Измерительная техника, 1981. № 4. С. 23–25.
5. Gillan E. Synthesis of nitrogen-rich carbon nitride networks from an energetic molecular azide precursor // Chem. Mater., 2000. Vol. 12. P. 3906–3912.
6. Nedelko V. V., Chukanov N. V., Raevskii A. V., Korsounskii B. L., Larikova T. S., Kolesova O. I., Volk F. Comparative investigation of thermal decomposition of various modifications of hexanitrohexaazaisowurtzitane (CL-20) // Propell. Explos. Pyrot., 2000. Vol. 25. No. 5. P. 255–259.
7. Неделько В. В., Шастин А. В., Корсунский Б. Л., Чуканов Н. В., Ларикина Т. С., Казаков А. И. Синтез и термическое разложение дитетразол-5-иламина // Изв. РАН. Сер. хим., 2005. № 7. С. 1660–1664.
8. Dyall L. K., Kemp J. E. Neighbouring-group participation in pyrolysis of arylazides // J. Chem. Soc. B, 1968. No. 9. P. 976–979.
9. Dyall L. K. Pyrolysis of aryl azides. III. Steric and electronic effects upon reaction rate // Aust. J. Chem., 1975. Vol. 28. No. 10. P. 2147–2159.
10. Степанов Р. С., Круглякова Л. А., Бука Э. С. Кинетика термического разложения замещенных алкил- и арилазидов // Кинетика и катализ, 1986. Т. 27. № 2. С. 479–482.
11. Неделько В. В., Корсунский Б. Л., Ларикина Т. С., Михайлов Ю. М., Чапышев С. В., Чуканов Н. В. Термическое разложение азидопиридинов // Хим. физика, 2011. Т. 30. № 3. С. 57–62.
12. Walker P., Waters W. A. Pyrolysis of organic azides: A mechanistic study // J. Chem. Soc., 1962. No. 5. P. 1632–1638.
13. Афанасьев Г. Т., Боболев В. К. Инициирование твердых взрывчатых веществ ударом. — М.: Наука, 1968. 172 с.
14. Дубовик А. В. Чувствительность твердых взрывчатых систем к удару. — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. 276 с.
15. Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ. — М.: Машиностроение, 1975. 456 с.
16. Дубихин В. В., Матвеев В. Г., Назин Г. М. Термическое разложение 2,4,6-тринитротолуола в расплаве и растворах // Изв. РАН. Сер. хим., 1995. № 2. С. 266–270.
17. Буров Ю. М., Манелис Г. Б., Назин Г. М. Термический распад 1,3,5,7-тетранитро-1,3,5,7-тетразациклооктана в твердом состоянии // Хим. физика, 1985. Т. 4. № 7. С. 956–962.
18. Дубовик А. В., Лисанов М. В. Расчет критических параметров инициирования твердых ВВ ударом на копре // Физика горения и взрыва, 1985. Т. 21. № 4. С. 87–93.

*Поступила в редакцию 17.11.15*