

ИНИЦИИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СОЛЕЙ 5,5'-АЗОТЕТРАЗОЛА И ИХ СМЕСЕЙ С ОКИСЛИТЕЛЯМИ

И. В. Лазарев¹, Е. А. Конов², А. И. Левшенков³, Л. Е. Богданова⁴

Аннотация: Исследована возможность перехода горения в детонацию солей 5,5'-азотетразола (AzT) с азотистыми основаниями: гидразином, гидроксиламином и триаминогуанидином. Показано, что в медных трубках в замкнутом и полузамкнутом объеме горение солей 5,5'-азотетразола с гидразином и триаминогуанидином переходит на конвективный режим без перехода в детонацию. Эти соли не обладают иницирующей способностью по ТЭНу. Иницирующей способностью обладает только соль 5,5'-азотетразола с гидроксиламином, для которой определен минимальный иницирующий заряд по низкоплотному заряду тротила. Исследованы возможность перехода горения в детонацию и иницирующая способность соосажденных стехиометрических смесей триаминогуанидиниевой и аммониевой солей 5,5'-азотетразола с окислителями — хлоратом и перхлоратом калия. Показано, что в медных трубках в этих смесях происходит переход на конвективный режим горения без перехода в детонацию, как и для индивидуальных солей, однако в отличие от них смеси триаминогуанидиниевой и аммониевой солей 5,5'-азотетразола с окислителем хлоратом калия обладают иницирующей способностью по ТЭНу.

Ключевые слова: соли 5,5'-азотетразола с азотистыми основаниями; смеси с окислителями; конвективный режим горения; переход горения в детонацию; иницирующая способность

DOI: 10.30826/CE22150208

EDN: JCEGYA

Литература

1. Thiele J. Ueber Azo- und Hydrazoverbindungen des Tetrazols // Liebig's Ann., 1898. Vol. 303. P. 57–78.
2. Hiskey M. A., Goldman N., Stine J. R. High nitrogen energetic materials derived from azotetrazolate // J. Energ. Mater., 1998. Vol. 16. P. 119–127.
3. Hammerl A., Klapotke T. M., Noth H., Warchhold M. $[N_2H_5]_2^+[N_4C=N=N-CN_4]_2^-$: A new high-nitrogen high-energetic material // Inorg. Chem., 2001. Vol. 40. P. 3570–3575.
4. Sivabalan R., Talawar M. B., Senthilkumar N., Kavitha B., Asthana S. N. Studies on azotetrazolate based high nitrogen content high energy materials potential additives for rocket propellants // J. Therm. Anal. Calorim., 2004. Vol. 78. P. 781–791.
5. Hammerl A., Hiskey M. A., Holl G., Klapotke T. M., Polborn K., Stierstorfer J., Weigand J. J. Azidoformamidinium and guanidinium 5,5'-azotetrazolate salts // Chem. Mater., 2005. Vol. 17. P. 3784–3793.
6. Sivabalan R., Anniyappan M., Pawar S. J., Talawar M. B., Gore G. M., Venugopalan S., Gandhe B. R. Synthesis, characterization and thermolysis studies on tiazole and tetrazole based high nitrogen content high energy materials // J. Hazard. Mater., 2006. Vol. 137. No. 2. P. 672–680.
7. Tappan B. C., Ali A. N., Son S. F., Brill T. B. Decomposition and ignition of the high-nitrogen compound triaminoguanidinium azotetrazolate // Propell. Explos. Pyrot., 2006. Vol. 31. P. 163–167.
8. Ахапкина Л. Е., Постников П. А., Мьё Минь Тант, Левшенков А. И., Синдицкий В. П. Синтез и исследование солей 5,5'-азотетразола с азотистыми основаниями // Успехи в химии и химической технологии, 2011. Т. 25. № 12. С. 54–58.
9. Левшенкова Л. Е., Синдицкий В. П., Левшенков А. И. Исследование термического распада гуанидиниевой и аммониевой солей 5,5'-азотетразола // Успехи в химии и химической технологии, 2013. Т. 27. № 2. С. 131–136.
10. Левшенкова Л. Е., Аунг В. Х., Мурылев Н. А., Левшенков А. И., Синдицкий В. П. Распад ониевого солей 5,5'-азотетразола в жидкой фазе // Успехи в химии и химической технологии, 2015. Т. 29. № 8. С. 53–55.
11. Левшенкова Л. Е., Левшенков А. И. Синтез и свойства солей 5,5'-азотетразола с азотистыми основаниями // Вестник Бурятского гос. ун-та, 2015. Т. 3. С. 31–34.
12. Левшенков А. И., Левшенкова Л. Е. Горение смесей ониевого солей 5,5'-азотетразола с окислителями // Химическая физика и мезоскопия, 2015. Т. 17. № 3. С. 331–338.
13. Han Y. H., Yang Y. Z., Du Z. M., Li Z. M., Yao Q., Wang Y. H., Hu Z. Y. The formulation design and performance test of gas generators based on guanidinium azotetrazolate // Propell. Explos. Pyrot., 2016. Vol. 42. P. 276–282.
14. Синдицкий В. П., Богданова Л. Е., Левшенков А. И. Высокэнергетические соли 5,5'-фзотетразола. 2. Зако-

¹Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Ilya.v.lazarev@gmail.com

²Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, ekonov@gmail.com

³Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, antlew@rambler.ru

⁴Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, akhapkina-luda@rambler.ru

- номерности и механизм горения // Физика горения и взрыва, 2019. Т. 55. № 5. С. 25–38.
15. Abe M., Ogura T., Miyata Ya., Okamoto K., Date Sh., Kohga M., Hasue K. Evaluation of gas generating ability of some tetrazoles and copper (II) oxide mixtures through closed vessel test and theoretical calculation // Sci. Technol. Energ. Ma., 2008. Vol. 69. No. 6. P. 183–190.
16. Vicerius K. M., Wasmann F. W., Menke K. Stable, nitrogen-rich composition. Patent 5,198,046. 1993. 4 p.
17. Синдицкий В. П., Богданова Л. Е., Капранов К. О., Левшенков А. И., Колесов В. И. Высокоэнергетические соли 5,5'-азотетразола. I. Термохимия и термическое разложение // Физика горения и взрыва, 2019. Т. 55. № 3. С. 71–91.
18. Антипов Д. С., Петрейкин А. А., Кунаков А. А., Левшенкова Л. Е., Левшенков А. И. Детонационная способность простых аммоналов в зарядах малых диаметров // Успехи в химии и химической технологии, 2016. Т. 30. № 8. С. 8–9.
19. Петрейкин А. А., Антипов Д. С., Кунаков А. А., Левшенкова Л. Е., Левшенков А. И. Разработка методики определения минимальных инициирующих зарядов для низкоплотных зарядов бризантных ВВ // Успехи в химии и химической технологии, 2016. Т. 30. № 8. С. 37–38.
20. Bentivoglio G., Laus G., Kahlenberg V., Nauer G., Schottenberger H. Crystal structure of bis(hydroxylammonium) 5,5'-azotetrazolate dihydrate, $(\text{NH}_3\text{OH})_2(\text{C}_2\text{N}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Z. Kristallogr., 2008. No. 223. P. 425–426.

Поступила в редакцию 07.02.2022