

## ПЕРХЛОРАТ ТЕТРАМЕТИЛАММОНИЯ: МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ В СОСТАВЕ КОМПОЗИЦИЙ

В. П. Синдицкий<sup>1</sup>, В. Ю. Егоршев<sup>2</sup>, А. О. Чепурной<sup>3</sup>, А. Н. Черный<sup>4</sup>, А. А. Михалева<sup>5</sup>,  
Е. В. Филонова<sup>6</sup>

**Аннотация:** Исследованы закономерности горения композиций перхлората тетраметиламмония (ТМАР) с инертными добавками, перхлоратом аммония (АР) и твердыми ракетными топливами (ТРТ). Объяснены причины отсутствия горения ТМАР в чистом виде. Оказалось, что добавка  $Al_2O_3$  к ТМАР за счет более высокой теплопроводности приводит к появлению горения, увеличивая приход тепла из газовой зоны и компенсируя тепловые потери ведущей реакции в конденсированной зоне. С увеличением доли  $Al_2O_3$  либо использования нанотрубок теплоприход из газовой фазы возрастает настолько, что скорость горения начинает определяться очень быстрой кинетикой разложения метилперхлората в газовой зоне. На примере исследования горения смесей ТМАР с АР и ТРТ показано, что эффективность действия ТМАР зависит от механизма горения композиции: в композиции с ведущей реакцией в конденсированной фазе ТМАР играет роль инертной добавки, а в композициях, горящих по газофазному механизму, ТМАР играет роль быстрой тепловыделяющей добавки в газовой зоне.

**Ключевые слова:** энергоемкие материалы; перхлораты; перхлорат тетраметиламмония; горение; механизм горения

DOI: 10.30826/CE24170210

EDN: GGBQUJ

### Литература

1. Фогельзанг А. Е., Светлов Б. С. О связи между структурой взрывчатых веществ и скоростью их горения // Докл. Акад. наук СССР, 1970. Т. 192. № 6. С. 1322–1325.
2. Фогельзанг А. Е., Светлов Б. С., Опрышко В. С., Аджемян В. Я. Исследование горения органических перхлоратов // Физика горения и взрыва, 1972. Т. 2. С. 257–272.
3. Синдицкий В. П., Егоршев В. Ю., Серушкин В. В., Чепурной А. О., Михалева А. А. Механизм горения перхлоратов метильных производных аммония // Горение и взрыв, 2023. Т. 16. № 3. С. 93–99.
4. Inami S. E., Rosser W. A., Wise B. Dissociation pressure of ammonium perchlorate // J. Phys. Chem., 1963. Vol. 67. P. 1077–1079.
5. Rosen J. M., Dickenson C. Vapor pressures and heats of sublimation of some high melting organic explosives // J. Chem. Eng. Data, 1969. Vol. 14. P. 120–124.
6. Cundall R. B., Palmer T. F., Wood C. E. C. Vapor pressures measurements of some organic explosives // J. Chem. Soc. Farad. T. 1. 1978. Vol. 74. P. 1339–1345.
7. Jain S. R., Adiga K. C., Pai Verneker V. R. Combustion of ammonium perchlorate-based composite propellants in presence of methylammonium perchlorates // Combust. Flame, 1979. Vol. 35. P. 225–231.
8. Новожилов Б. Нестационарное горение твердого ракетного топлива. — М.: Наука, 1973. 176 с.
9. Денисюк А. П., Демидова Л. А., Галкин В. И. Ведущая зона горения баллистических порохов с катализаторами // Физика горения и взрыва, 1995. Т. 31. № 2. С. 32–40.
10. Balandin A. A. Thermal properties of graphene and nanostructured carbon materials // Nat. Mater., 2011. Vol. 10. No. 8. P. 569–581.
11. Кондрашков Ю. А., Бахман Н. Н., Беляев А. Ф. Зависимость скорости горения конденсированных смесей от размера частиц окислителя при различном соотношении топливо–окислитель // Физика горения и взрыва, 1967. Т. 3(3). С. 339–343.
12. Синдицкий В. П., Чёрный А. Н., Марченков Д. А. Исследование горения топлив на основе перхлората аммония с низким коэффициентом избытка окислителя // Химическая физика и мезоскопия, 2012. Т. 14. № 4. С. 519–524.
13. Синдицкий В. П., Егоршев В. Ю., Черный А. Н. и др. Закономерности и механизм горения перхлората аммония и его смесей с активным связующим // Горение и взрыв, 2011. Т. 4. С. 236–242.
14. Meyer J., Spormann W. Zur Kenntnis der Ester der Überchlorsäure // Z. Anorg. Allg. Chem., 1936. Vol. 228(4). P. 341–351.

Поступила в редакцию 20.12.2023

<sup>1</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, vps@muctr.ru

<sup>2</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, egorshv@yahoo.com

<sup>3</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, chepurnoi.a.o@muctr.ru

<sup>4</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, chernyi.a.o@muctr.ru

<sup>5</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, mixal1996@yandex.ru

<sup>6</sup>Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 181296@muctr.ru