

# ВОСПЛАМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ ОБРАЗЦОВ С НЕИДЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОСТОЯННЫМ ТЕПЛОВЫМ ПОТОКОМ\*

В. Г. Крупкин, Г. Н. Мохин

Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук

**Аннотация:** Исследованы характеристики воспламенения высокоэнергетических твердых образцов с неидеальной (шероховатой) поверхностью при постоянном тепловом потоке. Поверхность химически активного твердого тела представлена как набор одинаковых выступов, имеющих форму клина. В зависимости от соотношения высоты выступов и глубины прогретого слоя, образующегося в процессе воспламенения, обнаружены несколько режимов воспламенения: (1) вещество воспламенялось как единый массивный блок и эффект шероховатости не проявлялся, время задержки воспламенения соответствовало воспламенению полубесконечной плоскости; (2) воспламенялись отдельные выступы, задержка времени воспламенения была равна времени воспламенения одиночного клина; (3) промежуточный режим между двумя предыдущими, когда время задержки воспламенения было меньше, чем для плоскости, но больше, чем для одиночного клина. Для этих трех режимов определены критические условия воспламенения — время задержки воспламенения и критерий воспламенения. Результаты сравниваются со случаем воспламенения одномерного полубесконечного тела. Показано, что по сравнению с одномерным случаем учет влияния шероховатости поверхности приводит к значительному сокращению времени задержки воспламенения или к уменьшению количества энергии, необходимого для успешного воспламенения.

**Ключевые слова:** математическое моделирование; высокоэнергетические твердые образцы; воспламенение; неидеальная поверхность; постоянный тепловой поток

DOI: 10.30826/CE24170307

EDN: EFWVCT

## Литература

1. *Маршаков В. Н.* Параметры очагово-пульсирующего режима горения нитроглицеринового пороха // Хим. физика, 1987. Т. 6. № 4. С. 530–537.
2. *Mellor A. M., Wiegand D. A., Isom K. B.* 1995. Hot spot histories in energetic materials // *Combust. Flame*, 1995. Vol. 101. P. 26–35.
3. *Маршаков В. Н., Фрост В. А.* Особенности процесса воспламенения конденсированного энергетического материала при тепловом инициировании // Горение и взрыв, 2018. Т. 11. № 4. С. 71–80. doi: 10.30826/CE18110408.
4. *Rashkovsky S. A., Krupkin V. G., Marshakov V. N.* Effect of the curvature of the burning surface on the burning rate of a solid homogeneous energetic material // *Combust. Flame*, 2019. Vol. 2019208. P. 45–50. doi: 10.1016/j.combustflame.2019.07.004.
5. *Kulkarny A. K., Kumar M., Kuo K. K.* Review of solid propellant ignition studies // *AIAA J.*, 1982. Vol. 20. No. 2. P. 243–244. doi: 10.2514/3.51071.
6. *Vilyunov V. N., Zarko V. E.* Ignition of solids. — Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo: Elsevier Science Pubs., 1989. 442 p.
7. *Vorstevelde L. G., Hermance C. E.* Effect of geometry on ignition of the reactive solid: Square corner // *AIAA J.*, 1987. Vol. 25. No. 4. P. 592–597. doi: 10.2514/3.9668.
8. *Vorstevelde L. G., Hermance C. E.* Effect of geometry on ignition of the reactive solid: Acute angles // *J. Propul. Power*, 1989. Vol. 5. No. 1. P. 26–31.
9. *Марголин А. Д., Мохин Г. Н., Крупкин В. Г.* Зажигание клина и конуса потоком тепла при гомогенной реакции // Физика горения и взрыва, 1990. Т. 26. № 1. С. 21–27.
10. *Марголин А. Д., Мохин Г. Н., Крупкин В. Г.* Воспламенение тепловым потоком клина и конуса с изотермическим основанием // Физика горения и взрыва, 1991. Т. 27. № 2. С. 3–8.
11. *Марголин А. Д., Крупкин В. Г.* Воспламенение клина и конуса переменным тепловым потоком // Хим. физика, 1991. Т. 10. № 8. С. 1138–1146.
12. *Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Г., Махвиладзе Г. М.* Математическая теория горения и взрыва. — М.: Наука, 1980. 478 с.
13. *Марголин А. Д., Крупкин В. Г., Мохин Г. Н., Голованов В. В.* Критический диаметр передачи гетерогенного горения // Хим. физика, 1993. Т. 12. № 11. С. 1493–1496.

Поступила в редакцию 18.03.2024

\*Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований РФ «Процессы горения и взрыва», регистрационный номер 122040500073-4, и имела бюджетное финансирование.