

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ ГОМОГЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ОТ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ ГОРЕНИЯ*

С. А. Рашковский¹, В. Г. Крупкин², В. Н. Маршаков³

Аннотация: Впервые экспериментально исследована зависимость скорости горения гомогенного конденсированного энергетического материала (ГКЭМ) от кривизны поверхности горения. Для этого использовались заряды баллиститного двухосновного твердого топлива с искусственно искривленной поверхностью горения: двухщелевые заряды и заряды в виде тонких клиновидных пластин с разными углами раствора. В результате экспериментов получены зависимости скорости горения ГКЭМ от кривизны поверхности горения, которые сравнивались с теоретическими зависимостями, полученными в рамках феноменологической теории нестационарного горения Зельдовича–Новожилова.

Ключевые слова: гомогенный конденсированный энергетический материал; скорость горения; кривизна поверхности горения; эксперимент

DOI: 10.30826/CE19120413

Литература

1. Маркштейн Дж. Г. Нестационарное распространение пламени / Пер. с англ. — М.: Мир, 1968. 437 с. (*Markstein G. H. Nonsteady flame propagation. — Oxford: Pergamon, 1964. 338 p.*)
2. Маршаков В. Н., Истратов А. Г., Колесников-Свинарев В. И., Финяков С. В. Погасание пороха при контакте со стенками из различных материалов и подложкой // Хим. физика, 2008. Т. 27. № 6. С. 62–67.
3. Вишневский И. Я., Денисюк А. П., Фогельзанд А. Е. Критические условия горения баллиститных порохов // Физика горения и взрыва, 1979. Т. 15. № 1. С. 12–18.
4. Маршаков В. Н., Истратов А. Г. Критический диаметр и поперечные волны при горении порохов // Физика горения и взрыва, 2007. Т. 43. № 2. С. 72–78.
5. Michelson W. Ueber die normale Entzündungsgeschwindigkeit Explosiver Gasgemische // Annalender Physikund Chemie, 1889. Bd. 37. P. 1–24.
6. Рашковский С. А. Влияние кривизны поверхности горения конденсированных энергетических материалов на их скорость горения // Физика горения и взрыва, 2011. Т. 47. № 6. С. 80–90.
7. Rashkovskiy S. A., Milyokhin Y. M., Fedorychev A. V. Combustion of solid propellants with energetic binders // Chemical rocket propulsion. — Springer International Publishing, 2017. P. 383–401.
8. Новожилов Б. В. Нестационарное горение твердых ракетных топлив. — М.: Наука, 1973. 176 с.
9. Krupkin V. G., Marshakov V. N., Rashkovskiy S. A. Oscillating and cellular structures on the burning surface of solid homogeneous energetic materials // Int. J. Energetic Materials Chemical Propulsion, 2019. Vol. 18. Iss. 4. P. 287–302. doi: 10.1615/IntJEnergeticMaterialsChemProp.2019027692.
10. Rashkovskiy S. A., Krupkin V. G., Marshakov V. N. Burning rate of solid homogeneous energetic materials with a curved burning surface // J. Phys. Conf. Ser., 2019. Vol. 1250. P. 012041. doi: 10.1088/1742-6596/1250/1/012041.
11. Krupkin V. G., Marshakov V. N., Rashkovskiy S. A. Michelson–Markstein effect in combustion of solid homogeneous energetic materials // Combust. Flame, 2019. Vol. 205. P. 415–421. doi: 10.1016/j.combustflame.2019.04.034.
12. Krupkin V. G., Marshakov V. N., Rashkovskiy S. A. Effect of the curvature of the burning surface on the burning rate of a solid homogeneous energetic material // Combust. Flame, 2019. Vol. 208. P. 45–50. doi: 10.1016/j.combustflame.2019.07.004.
13. Рашковский С. А., Милёхин Ю. М., Ключников А. Н., Федорычев А. В. Механизм горения смесей связующих, способных к самостоятельному горению, с инертными и активными наполнителями // Физика горения и взрыва, 2012. Т. 48. № 2. С. 60–75.

Поступила в редакцию 18.11.19

*Работа была выполнена в рамках Госзаданий № АААА-А17-117021310385-6 и № АААА-А17-117040610346-5, а также была частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант РФФИ № 18-08-01454 а.)

¹Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского Российской академии наук; Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, rash@ipmnet.ru

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, krupkin49@mail.ru

³Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, marsh_35@mail.ru