

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ТЕПЛОВОМ ИНИЦИИРОВАНИИ*

В. Н. Маршаков¹, В. А. Фрост²

Аннотация: В одномерной постановке рассчитываются условия воспламенения в нагреваемом внешним источником тепла слое полубесконечного образца гомогенного энергетического материала. Рассматриваются различные способы создания прогретого слоя топлива. На первой стадии рассматриваемого процесса происходит прогрев приповерхностной зоны за счет внешнего теплового потока. После того как из-за экзотермической реакции в прогретом слое тепловой поток от реакции сравнивается с внешним потоком и на границе меняет знак, процесс рассматривается при отсутствии потерь тепла через поверхность образца. Получено, что при некоторых условиях максимальные температура и скорость реакции наблюдаются на некотором расстоянии от поверхности, что приводит к возможности отделения некоторого слоя от основной массы, по которой начинает распространяться фронт горения. Скорость горения оставшейся части испытывает нерегулярные изменения и оказывается первоначально увеличенной из-за влияния повышенной температуры прогретого слоя.

Ключевые слова: горение; нитроглицериновый порошок; нестационарный фронт; устойчивость горения; очаг; поперечная волна; локальные скорости горения

DOI: 10.30826/CE18110408

Литература

1. Синаев К. К. Очагово-пульсирующее горение нитроглицериновых порохов // Тез. докл. I Всесоюзный симпоз. по горению и взрыву. — Черногоровка: ОИХФ АН СССР, 1968. С. 59–63.
2. Абриков С. А., Аверсон А. Э., Кочаков В. Д. и др. Исследование механизма зажигания и горения порохов методами голографии // Химическая физика горения и взрыва. V Всесоюзный симпоз. по горению и взрыву. — Черногоровка: ОИХФ АН СССР, 1977. С. 69–72.
3. Маршаков В. Н. Параметры очагово-пульсирующего режима горения нитроглицеринового пороха // Хим. физика, 1987. Т. 6. № 4. С. 530–537.
4. Кочаков В. Д., Синаев К. И. Применение оптических методов к изучению пульсирующего режима горения пороха // Физика горения и методы её исследования. — Чебоксары. 1975. Вып. 5. С. 118–121.
5. Cauty F., Fabignon Y., Eradès C. Radiative ignition of solid propellants // 8-ISICP Advancements in Energetic Materials & Chemical Propulsion. Program and Book of Abstracts. — Cape Town, South Africa, 2009. P. 56.
6. Ананьев А. В., Истратов А. Г., Кирсанова З. В. и др. Неустойчивость при установившемся горении порохов и взрывчатых веществ // Хим. физика, 2001. Т. 20. № 12. С. 47–52.
7. Маршаков В. Н., Истратов А. Г., Пучков В. М. Неодномерный фронт горения составов на основе нитроглицерина и нитроглицерина // Физика горения и взрыва, 2003. Т. 39. № 4. С. 100–106.
8. Истратов А. Г., Маршаков В. Н. Структура поперечной волны горения нитроглицеринового пороха // Хим. физика, 2006. Т. 25. № 5. С. 37–42.
9. Маршаков В. Н. О структуре волны горения нитроглицериновых порохов // Хим. физика, 2009. Т. 28. № 12. С. 61–65.
10. Маршаков В. Н., Финяков С. В. Локальные скорости неодномерного фронта горения нитроглицериновых порохов // Хим. физика, 2017. Т. 36. № 6. С. 24. doi: 10.7868/S0207401X17060103.
11. Новожиллов Б. В. Нелинейные колебания скорости горения пороха // Прикладная математика и техническая физика, 1966. № 5. С. 31–41.
12. Махвиладзе Г. М., Новожиллов Б. В. Двумерная устойчивость горения конденсированных систем // Прикладная математика и техническая физика, 1971. № 5. С. 51–59.
13. Шкадинский К. Г., Хайкин Б. И., Мержанов А. Г. Распространение пульсирующего фронта экзотермической реакции в конденсированной фазе // Физика горения и взрыва, 1971. № 1. С. 19–28.

* Работа выполнена по теме государственного задания (номер госрегистрации AAAA-A17-117021310385-6) и государственного задания ФАНО России (тема 44.8, 0082-2014-0013, номер госрегистрации AAAA-A17-117040610346-5).

¹ Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, marsh_35@mail.ru

² Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского Российской академии наук, frost@ipmnet.ru

14. Алдушин А. П., Мартемьянова Т. М., Мержанов А. Г., Хайкин Б. И., Шкадинский К. Г. Автоколебательное распространение фронта горения в гетерогенных конденсированных средах // Физика горения и взрыва, 1973. № 5. С. 613–626.
15. Либрович В. Б., Махвиладзе К. Г. Об одной предельной схеме распространения пульсирующего фронта экзотермической реакции в конденсированной среде // Прикладная математика и техническая физика, 1974. № 6. С. 107–116.
16. Гусаченко Л. К., Зарко В. Е., Рычков А. П. Неустойчивость модели горения с испарением на поверхности и перегревом в к-фазе // Физика горения и взрыва, 1997. Т. 33. № 1. С. 43–50.
17. Крупкин В. Г., Мохин Г. Н. Пульсирующий режим горения подповерхностного слоя в гомогенных энергетических материалах // Горение и взрыв, 2015. Т. 8. № 2. С. 138–140.
18. Ивлева Т. П., Шкадинский К. Г. О неустойчивом режиме горения тонкой пластины // Физика горения и взрыва, 1981. Т. 17. № 1. С. 138–140.
19. Ивлева Т. П., Кришеник П. М., Шкадинский К. Г. Неединственность установившегося режима горения безгазовых смесевых составов // Физика горения и взрыва, 1983. Т. 19. № 4. С. 87–90.
20. Борисова О. А., Лидский Б. В., Нейгауз М. Г., Новожилов Б. В. Устойчивость горения безгазовых систем по отношению к двумерным возмущениям // Хим. физика, 1986. Т. 5. № 6. С. 822–830.
21. Борисова О. А., Лидский Б. В., Нейгауз М. Г., Новожилов Б. В. Двумерная устойчивость горения конденсированных систем. Реакция нулевого порядка и широкая зона тепловыделения // Хим. физика, 1990. Т. 9. № 1. С. 81–84.
22. Беляев А. А., Каганова З. И., Новожилов Б. В. Двумерные нестационарные режимы горения конденсированных систем за пределом устойчивости стационарного фронта // Хим. физика, 1997. Т. 16. № 8. С. 126–133.
23. Беляев А. А., Каганова З. И., Новожилов Б. В. Двумерные режимы горения конденсированных систем // Хим. физика, 1998. Т. 17. № 12. С. 86–93.
24. Самарский А. А. Введение в численные методы. — М.: Наука, 1982. 271 с.
25. Зельдович Я. Б., Лейпунский О. И., Либрович В. Б. Теория нестационарного горения пороха. — М.: Наука, 1975. 132 с.
26. Фрост В. А., Юмашев В. Л. Исследование погасания пороха в модели горения с переменной температурой поверхности // Прикладная математика и техническая физика, 1973. Т. 3. С. 92–100.
27. Фрост В. А., Юмашев В. Л. Погасание пороха при спаде давления как потеря устойчивости горения // Физика горения и взрыва, 1976. Т. 12. № 4. С. 548–555.

Поступила в редакцию 13.06.18