

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГОРЕНИЯ ПАСТООБРАЗНЫХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ*

В. А. Бабук¹, Д. И. Куклин², С. Ю. Нарыжный³, А. А. Низяев⁴

Аннотация: Исследуется процесс горения пастообразных конденсированных систем (ПКС). Определены закономерности, определяющие скорость горения, характеристики процесса агломерации, свойства поверхностного слоя. Показано, что эти закономерности близки к соответствующим закономерностям для твердых топлив на базе активного связующего с линейным полимером. Они заключаются в подавлении образования каркасного слоя (КС) с ростом давления и, как следствие, процесса агломерации. Кроме того, одним из следствий этого явления является рост зависимости скорости горения от давления. Установлены новые закономерности, имеющие место при использовании активного связующего, вследствие особенностей формирования КС. Они заключаются в связи активности связующего и структуры топлива с формированием КС. Определены рецептурные решения, обеспечивающие снижение зависимости скорости горения от давления при практически неизменном энергетическом потенциале. Установлены направления совершенствования данного типа энергетических систем.

Ключевые слова: твердое топливо; пастообразное топливо; каркасный слой; агломерат; скорость горения; закон скорости горения

DOI: 10.30826/CE23160111

EDN: GNOQSTI

Литература

1. Сорокин В. А., Яновский Л. С., Козлов В. А., Суриков Е. В. Ракетно-прямоточные двигатели на твердых и пастообразных топливах. — М.: Физматлит, 2010. 320 с.
2. Бабук В. А., Будный Н. Л., Куклин Д. И., Нарыжный С. Ю., Низяев А. А. Промежуточные структуры в процессе горения высокоэнергетических конденсированных систем // Физика горения и взрыва, 2022. Т. 58. № 4. С. 16–23.
3. Bettersize. <https://www.bettersizeinstruments.com/>.
4. Babuk V. A., Vasilyev V. A., Sviridov V. V. Formation of condensed combustion products at the burning surface of solid rocket propellant // Solid propellant chemistry, combustion, and motor interior ballistics / Eds. V. Yang, T. B. Brill, W. Z. Ren. — Progress in astronautics and aeronautics ser. — AIAA, 2000. Vol. 185. P. 749–776.
5. Павловец Г. Я., Мелешко В. Ю., Булавский А. С., Бурдикова Т. В. Возможности регулирования баллистических характеристик пастообразных энергоемких композитов // Сб. трудов 10-й Всеросс. конф. «Внутрикамерные процессы и горение в установках на твердом топливе и ствольных системах». — Ижевск, 2020. С. 235–239.
6. Babuk V. A., Dolotkazin I. N., Glebov A. A. Burning mechanism of aluminized solid rocket propellants based on energetic binders // Propell. Explos. Pyrot., 2005. Vol. 30. No. 4. P. 281–290.
7. Babuk V. A. formulation factors and properties of condensed combustion products // Chemical rocket propulsion: A comprehensive survey of energetic materials / Eds. L. T. De Luca, T. Shimada, V. P. Sinditskii, M. Calabro. — Springer, 2017. P. 319–341.
8. Бабук В. А., Низяев А. А. Моделирование структуры смесевых твердых топлив и проблема описания процесса агломерации // Химическая физика и мезоскопия, 2014. Т. 16. № 1. С. 31–42.
9. Бабук В. А., Низяев А. А. К вопросу формирования «полых» агломератов при горении смесевых твердых топлив // Химическая физика и мезоскопия, 2016. Т. 18. № 1. С. 5–16.
10. Lengelle G., Duterque J., Trubert J. F. Physico-chemical mechanisms of solid propellant combustion // Solid propellant chemistry, combustion, and motor interior ballistics / Eds. V. Yang, T. B. Brill, W. Z. Ren. — Progress in astronautics and aeronautics ser. — AIAA, 2000. Vol. 185. P. 287–334.
11. Денисюк А. П., Демидова Л. А., Сизов В. А., Меркушкин А. О. Влияние углеродных нанотрубок на закономерности горения низкокалорийных порохов // Горение и взрыв, 2017. Т. 10. № 1. С. 59–63.

Поступила в редакцию 20.07.2022

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00044. Статья основана на докладе, представленном на 10-м Международном симпозиуме по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениям (NEPCAP), прошедшем в Сочи (Россия) в период с 3 по 7 октября 2022 г.

¹ Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, babuk_va@mail.ru

² Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, dimitrykuklin1997@mail.ru

³ Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, sergei.nar@bk.ru

⁴ Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, anizyaev@bstu.spb.ru