

ЕДИНЫЙ МЕХАНИЗМ КАТАЛИЗА ГОРЕНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. П. Денисюк¹, Л. А. Демидова², М. Ю. Гулаков³, А. О. Меркушкин⁴

Аннотация: Изучено влияние 1'-диэтилферроцена (ДАФ-2) в индивидуальном виде и в сочетании с сажей и углеродными нанотрубками (УНТ) на горение модельного образца на основе неактивного связующего 12,2% поливинилбутирала (ПВБ), пластифицированного 15,8% дибутилфталатом (ДФБ) и 70% перхлората аммония, содержащего 1,4% фторопласта-4 и 0,6% технологических добавок. Заряды топлива изготавливались с использованием вальцевания и проходного прессования. Скорость горения определяли в приборе постоянного давления в атмосфере азота на бронированных шашках диаметром 6 мм и высотой 15 мм. Эффективность действия добавок оценивали величиной $Z = U_{\text{доб}}/U_0$, где $U_{\text{доб}}$ — скорость горения топлива с соответствующей добавкой; U_0 — скорость горения топлива без добавок. Кроме того, оценивали влияние добавок на параметр ν в законе скорости горения $U = B\nu$. Исследованы структура и элементный состав поверхности горения погашенных образцов. Установлено, что при горении образцов с катализатором и УНТ на поверхности горения образуется каркас, на котором происходит существенное накопление частиц катализатора, УНТ и фторопласта. Таким образом, катализ горения происходит по такому же механизму, как и для баллистических порохов и различных взрывчатых веществ (ВВ), содержащих нитрогруппы. Поэтому можно считать, что механизм катализа энергетических веществ является единым.

Ключевые слова: катализ горения; энергонасыщенные материалы; углеродный каркас

DOI: 10.30826/CE24170308

EDN: EKCWZW

Литература

1. 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.
2. Денисюк А. П., Марголин А. Д., Токарев Н. П. и др. Роль сажи при горении баллистических порохов со свинецсодержащими катализаторами // Физика горения и взрыва, 1977. Т. 13. № 4. С. 576–584.
3. 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.
4. Денисюк А. П., Хубаев В. Г., Шепелев Ю. Г. К вопросу о влиянии катализаторов на горение дины // Физика горения и взрыва, 1977. Т. 13. № 1. С. 138–141.
5. Denisyuk A. P., Aung Z. N., Shepelev Y. G. Energetic materials combustion catalysis: Necessary conditions for implementation // Propell. Explos. Pyrot., 2021. Vol. 46. No. 1. P. 90–98.
6. Denisyuk A. P., Aung Z. N., Sizov V. A., Demidova L. A., Merkushevskiy A. O. Burning rate catalysts action on the trinitroresorcinol combustion wave parameters // Int. J. Chem. Kinet., 2023. Vol. 55. No. 8. P. 467–478.
7. Тве Е Зо, Денисюк А. П. Закономерности горения баллистических порохов различного состава с нитратом аммония // Физика горения и взрыва, 2013. Т. 49. № 3. С. 39–49.
8. Синдицкий В. П., Черный А. Н., Марченков Д. А. Механизм катализа горения производных ферроцена. 2. Горение топлив на основе перхлората аммония с производными ферроцена // Физика горения и взрыва, 2014. Т. 50. № 2. С. 40–50.
9. Русин Д. Л. Основы комплексного модифицирования полимерных композитов, перерабатываемых проходным прессованием. — 1-е изд. — Москва: РХТУ им. Менделеева, 2008. 222 с.
10. Денисюк А. П., Милехин Ю. М., Демидова Л. А., Сизов В. А. Влияние углеродных нанотрубок на закономерности катализа горения пороха // Докл. Акад. наук, 2018. Т. 483. № 6. С. 628–630. doi: 10.31857/S086956520003437-3. EDN: YTJFSH.
11. Аунг Зар Ни. 2023. Закономерности влияния катализаторов на горение энергонасыщенных материалов различного строения, содержащих нитрогруппы. Автореф. Idots канд. техн. наук. — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 20 с.
12. Денисюк А. П., Тве Е Зо, Черных С. В. Исследование закономерностей горения порохов с нитратом аммония // Успехи в химии и химической технологии, 2007. Т. 21. № 7(75). С. 119–123. EDN: QZMJNT.
13. Денисюк А. П., Гулаков М. Ю., Сизов В. А. и др. Влияние катализаторов на скорость горения топлив на активном связующем с нитратом аммония // Горение и взрыв, 2020. Т. 13. № 4. С. 116–121. doi: 10.30826/CE20130412. EDN: QFPOZA.

Поступила в редакцию 08.12.2023

¹РХТУ им. Д. И. Менделеева, denisyuk.a.p@muctr.ru

²РХТУ им. Д. И. Менделеева, demidova.l.a@muctr.ru

³РХТУ им. Д. И. Менделеева, gulakov.m.i@muctr.ru

⁴РХТУ им. Д. И. Менделеева, merkushkin@muctr.ru