

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гулакова Михаила Юрьевича на тему «Исследование закономерностей катализа горения смесевых систем на основе различных окислителей в широком диапазоне давления», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Диссертационная работа Гулакова Михаила Юрьевича посвящена экспериментальному исследованию возможности применения условий катализа баллиститных порохов и нитросоединений к катализу горения смесевых ракетных твёрдых топлив на основе перхлората аммония и нитрата аммония.

Исследуя условия катализа горения составов на основе перхлората аммония, автор изучил роль сажи и углеродных нанотрубок на процесс горения СРТТ с различным коэффициентом избытка окислителя. Также он изучил как параметры волны горения смесевых топлив, так и структуру, и состав поверхности горения погашенных топлив.

Кроме топлив на основе перхлората аммония, автор исследовал ряд топлив на основе нитрата аммония, изучая эффективность действия катализаторов совместно с углеродными нанотрубками.

В диссертационной работе автор установил, что горение смесевых топлив, содержащих ДАФ-2 качественно не отличается от горения баллиститных порохов и индивидуальных ВВ: чем выше энергетика и скорость горения базового топлива, тем меньше влияние катализатора. Углеродные нанотрубки усиливают действие катализатора.

Гулаков М.Ю. показал, что катализ горения смесевых образцов происходит также, как и для баллиститных порохов, а именно: на поверхности горения формируется сажистый слой, на котором происходит значительное накопление частиц катализатора, концентрация которого на каркасе приблизительно в 15 раз выше, чем в реакционном слое к-фазы, а коэффициент теплопроводности почти в 4 раза больше, чем коэффициент теплопроводности газовой зоны над поверхностью горения.

В рассматриваемой работе приведены основные закономерности горения базовых образцов на основе перхлората аммония и неактивного связующего, отличающихся по коэффициенту избытка окислителя ($\alpha = 0,54$ и $\alpha = 0,99$), температуре и скорости горения. Этот выбор связан с тем, что, как и для баллиститных порохов, катализ горения смесевых ракетных твёрдых топлив на основе ПХА зависит от скорости горения базового образца и его энергетики. Закономерности горения базового образца с $\alpha = 0,99$ существенно отличаются от закономерностей образца с $\alpha = 0,54$.

Также, как и для баллиститных порохов, значительное влияние на эффективность действия катализаторов оказывают углеродные нанотрубки.

Детально автор изучил это для образца с $\alpha = 0,54$. Действие углеродных нанотрубок и сажи в индивидуальном виде зависит от их количества и давления. Важно, что влияние сажи значительно слабее, чем углеродных нанотрубок, так как коэффициент её теплопроводности существенно ниже.

Автором изучено влияние катализаторов, сажи и углеродных нанотрубок на скорость горения систем. Показано, что наиболее эффективным катализатором является салицилат железа.

Разработанная Гулаковым Михаилом Юрьевичем тема является актуальной.

В диссертационной работе присутствует научная новизна. Автором впервые экспериментально установлено, что катализ горения топлив на основе ПХА происходит при тех же условиях, как и для БРТ, то есть на поверхности горения образуется сажистый слой, на котором происходит значительное накопление частиц катализатора, которые ускоряют взаимодействие продуктов распада окислителя и горючего и повышают его коэффициент теплопроводности. Горение катализированного образца происходит по газофазной модели также, как и горение образца без катализатора.

Впервые показано, что при введении в топливо на основе нитрата аммония 20 % октогена за счёт уменьшения количества нитрата аммония уве-

личивает скорость горения топлива, что приводит к снижению γ от 0,92 до 0,32. Напротив, металлическое горючее снижает эффективность действия комбинированного катализатора.

Автором показано, что комбинированными катализаторами в сочетании с углеродными нанотрубками можно регулировать скорость горения топлива на основе нитрата аммония в широком диапазоне давлений (от 1 до 200 МПа).

Работа имеет и практическую значимость, так как понимание единых условий катализа горения порохов и СРТТ позволяет целенаправленно и с меньшими затратами решать вопросы по регулированию скорости горения составов и снижать зависимость её от давления для различных систем.

По результатам работы получен патент на составы СРТТ, содержащие нитрат аммония, с регулируемой скоростью горения и пониженной её зависимостью от давления, с низкой чувствительностью к механическим воздействиям и с экологически чистыми продуктами горения для использования их в различных газогенераторах и ракетах гражданского применения.

Достоверность результатов, полученных автором, не вызывает сомнений.

Принципиальных замечаний по диссертации нет.

В качестве небольших замечаний можно отметить следующие:

1. Не указана марка сажи. Её свойства, в частности, удельная поверхность может меняться в широких пределах (от 10 до 190 м²/г).
2. Влияние углеродных нанотрубок (УНТ) и катализаторов горения сильно падает для высокоэнергетических составов (как и в случае с БП), что ограничивает их применение в данных составах.
3. Фторопласт Ф-4 уже давно использовался в баллистических составах для улучшения технологичности и физико-механических характеристик, например, на кафедре ХТВМС СПбГТИ (ТУ) в 80 – е годы).

Выводы по диссертации написаны в виде заключения по работе и отражают основные достижения автора, полученные в ходе выполнения работы.

Диссертация полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 №335, от 02.08.2016 №748, от 29.05.2017 №650, от 28.08.2017 №1024, от 01.10.2018 №1168, с изм., внесенными Постановлением Правительства РФ от 26.05.2020 №751), предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор Гулаков Михаил Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Профессор, доктор химических наук
(05.17.10),
заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;
190013, Россия, Санкт-Петербург,
Московский проспект, дом 24-26/49
литера А
office@spbti.ru


Ищенко Михаил Алексеевич

8(
is|

il.ru

Дата составления отзыва
13 мая 2025 г.

