

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зар Ни Аунга на тему «Закономерности влияния катализаторов на горение энергонасыщенных материалов различного строения, содержащих нитрогруппы» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Диссертация автора направлена на изучение скорости горения и зависимость её от давления и от начальной температуры является важнейшими характеристиками энергетических материалов (ЭМ). Поэтому регулирование этих характеристик является важной практической проблемой, которой посвящены многочисленные исследования, как в нашей стране, так и за рубежом. Для баллистических порохов (БП) она была успешно решена в результате исследований К.К. Андреева и Б.П. Жукова за счёт введения в их состав катализаторов горения.

В научном плане относительно механизма катализа горения ЭМ имеются различные точки зрения, в частности, по вопросу о зоне, в которой происходит катализ, и почему влияние катализатора уменьшается с повышением давления, что приводит к снижению показателя « ν » в законе горения.

Ряд исследователей считает, что катализаторы ускоряют экзотермические реакции в реакционном слое к-фазы, поскольку именно эта зона является ведущей, определяющей скорость горения. Такой же вывод был сделан А.А. Зениным на основании определения параметров в волне горения порохов, содержащих катализатор горения. По мнению других исследователей увеличение скорости горения происходит за счёт влияния катализатора в дымогазовой зоне, прилегающей к поверхности горения.

В РХТУ им. Д.И. Менделеева были сформулированы условия, при которых осуществляется катализ горения БП при относительно небольшом (до $\sim 5\%$) количестве катализатора. На поверхности горения должен образоваться сажистый каркас, на котором происходит значительное накопление частиц катализатора, которые ускоряют экзотермические реакции и главное, теплопроводность этого каркаса, который должен быть в несколько

раз выше, чем газовой зоны для пороха без катализатора. При этих условиях ведущей зоной горения является каркас, из которого в к-фазу поступает основное количество ($\geq 70\%$) тепла, необходимое для распространения горения.

Безусловно такой фундаментальный вывод повысил возможности более целенаправленного регулирования горения топлив. Предлагалось, что по такому же механизму будет осуществляться катализ горения для большинства энергонасыщенных материалов (ЭМ), и в первую очередь, веществ, содержащих NO_2 группы, при горении которых тепловой эффект достигается в результате окислительно-восстановительных реакций. Выяснение этого важного вопроса и явилось целью данной работы, актуальность, которой вполне очевидна, так как речь идёт о едином подходе к катализу горения ЭМ.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые детально изучено влияние высокоэффективных катализаторов горения БП на горение различных взрывчатых веществ (ВВ), значительно отличающихся по энергетическим характеристикам, по скорости горения и по термической стабильности. Однозначно показано, что в целом закономерности влияния катализаторов на горение изученных ВВ такие, как для БП.

Следует отметить, что эффективность влияния катализаторов, как и для БП, уменьшается с ростом давления, в результате чего значительно (в 1,5 – 4 раза) снижается величина показателя « v ». Принципиально важным результатом автора является то, что в катализе горения всех изученных ВВ чрезвычайно большую роль выполняют сажа и углеродные нанотрубки (УНТ), как это наблюдается и для БП. Диссертантом дано обоснованное объяснение, почему эффективность действия комбинированного катализатора значительно зависит от соотношения между количеством катализатора и количеством УНТ или сажи.

Впервые показано, что влияние катализаторов на параметры волны горения ароматических нитросоединений, такое же как для БП. Катализатор повышает скорость тепловыделения в зоне каркаса, что увеличивает градиент температуры. Однако, только этот фактор не повышает теплоприход из этой зоны в к-фазу, так как скорость горения увеличивается в большей степени,

чем градиент температуры. Это также важный результат работы. Диссертант установил, что как и для БП, на поверхности погашенных образцов тринитробензола и тринитрофенола находится сажистый каркас, на котором произошло значительное накопление частиц катализатора, в результате чего коэффициент теплопроводности каркаса значительно (в 2,4 – 7 раз) выше, чем зоны над поверхностью горения образцов без катализаторов.

Теоретическая и практическая значимость работы

В работе убедительно показано, что катализ горения различных веществ, содержащих нитрогруппы, происходит по единому механизму: на поверхности горения ЭМ должен образоваться сажистый каркас, на котором происходит накопление частиц катализатора, и теплопроводность которого существенно превышает теплопроводность зоны над поверхностью горения образца без катализатора. В интервале давления, в котором значение $Z \sim 2$, ведущей зоной горения является каркас, из которого в к-фазу поступает основное количество тепла, необходимое для распространения горения.

Возможность образования каркаса и, следовательно, эффективность действия катализатора зависит от многих факторов: химического состава ЭМ и их энергетики, скорости горения и от давления, при котором происходит горение, и от типа катализатора. Несомненно, что полученные результаты имеют практическое значение для целенаправленного регулирования скорости горения различных ЭМ в широком диапазоне давления.

При прочтении автореферата возникли следующие замечания:

1. Целесообразно было бы оценить влияние катализаторов на температурный коэффициент скорости горения или отразить, что можно в этом плане ожидать.
2. В автореферате не рассматривается вопрос о том, можно ли ожидать, что такой же механизм катализа возможен при горении смесевых топлив на основе ПХА, нитрата аммония и др.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая вносит существенный научный вклад в установление механизма катализа горения ЭМ.

Заключение

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» и требованиям, установленным положением о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор – Зар Ни Аунг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ФГУП «ФЦДТ «Союз» (Протокол № 6 от 04.08.2023).

Зам.генерального директора по НИР
ФГУП «Федеральный центр
двойных технологий «Союз»
доктор технических наук
(по специальности 05.17.07)

04.09.2023



А.А. Матвеев

Подпись Матвеева Алексея Алексеевича заверяю:
Учёный секретарь,
кандидат химических наук

М.М. Киреенко

(Контактные данные составителя отзыва)

Адрес: 140090, М.О., г. Дзержинский, ул. Академика Жукова, д. 42

Тел.: +7 (495) 551-70-00

e-mail: soyuz@fcdt.ru