

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гулакова Михаила Юрьевича на тему
«Исследование закономерностей влияния катализа горения смесевых систем на основе различных окислителей в широком диапазоне давлений»

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.16.12

«Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Двигательные установки на твердом топливе широко распространены в различных сферах и постоянно совершенствуются, что порождает неизменный интерес к рецептурам топлив, которые весьма многообразны. В настоящее время актуальна задача создания топлив, не содержащих в продуктах сгорания хлористого водорода, а также оксидов тяжелых металлов (оксидов свинца и др.). Отсюда – повышенный интерес к рецептурам, где окислителем является нитрат аммония. Основным препятствием к применению подобных топлив на практике является низкая скорость горения в интервале давлений 3 – 20 МПа, а также высокий барический показатель γ . В силу сказанного предложенную тему исследования следует признать актуальной.

Классическая теоретическая модель с плоским фронтом волны горения достаточна для качественных оценок, но, как показывает практика, оказывается заведомо непригодной для количественных предсказаний. С другой стороны, модели, в которых учтена детальная структура волны горения, предельно сложны и не обладают необходимой предсказательной силой. По-прежнему, закон скорости горения определяют экспериментальным путем.

Диссертационная работа Гулакова Михаила Юрьевича посвящена разработке рецептур топлив на основе нитрата аммония с подходящим для практики комплексом свойств. Предварительно, автором было экспериментально показано, что приемы регулирования скорости горения введением катализаторов различного состава совместно с сажой, ранее апробированные для нитроцеллюлозных порохов, можно, с ограничениями, применить для гетерогенных составов (мелкий) перхлорат аммония – поливинилбутираль. Как и для порохов, основное условие регулирования – наличие на поверхности горения пористого сажистого слоя, что на практике, чаще всего, имеет место для составов с пониженной калорийностью.

Обозначим, кратко, основные научные результаты диссертационной работы.

1) Автор экспериментально установил факт 'расползания' углеродистого каркаса по поверхности частиц окислителя (перхлорат аммония). Это означает, что состав газовой атмосферы слабее сказывается на 'прочность' каркаса, чем температура продуктов сгорания. Подобный вывод подтверждается также опытными данными: замена 20 % нитрата аммония октогеном сужает возможности регулирования скорости горения. Тот же эффект наблюдается и при замене части окислителя порошком металлического горючего (алюминий АСД-4, 15 %). Очевидно, что в этих случаях температура продуктов сгорания заметно повышается.

2) Автор показал, что введение в состав топлива молекулярного углерода в форме нанотрубок в количестве 1 – 5 %, увеличивает скорость горения сильнее, чем добавки аморфной сажи в тех же количествах. Эффект сохраняется и при введении в топливо различных катализаторов, совместно с добавками сажи и нанотрубок.

3) Температурные распределения в волне горения имеют характерный вид: максимальная температура пламени всегда превышает значение, отвечающее термодинамическому равновесию. Это означает, что выгорание углерода в процессе горения топлива всегда запаздывает во времени. При этом газификация углерода нанотрубок происходит медленнее, чем для аморфной сажи в тех же условиях. Таким образом, эффект расширения пределов регулирования скорости горения, достигаемый введением в состав топлива молекулярного углерода, находит естественное объяснение.

4) Введение в состав топлива технологической добавки – фторуглеводородов (фторопласт 4) слабо сказывается на пределах регулирования скорости горения, однако – позволяет заметно улучшить его технологические свойства (реологию).

Отметим, также, основные недостатки работы.

1) Текст автореферата изобилует досадными опечатками. Под термином 'теплопроводность углеродистого каркаса' автор, скорее всего, подразумевает эффективный тепловой поток из газовой фазы вглубь топлива. Действительно, согласно данным таблицы 1, тепловой поток, равный, очевидно, произведению теплопроводности на величину градиента температуры над поверхностью горения (строки 7 и 8) прямо пропорционален скорости горения топлива (строка 6).

2) Утверждение, что теплопроводность полимеров с добавкой молекулярного углерода всегда выше, чем та же величина, отвечающая составам с аморфной сажой, не подкреплена цифрами, либо – ссылками на источники цитирования.

3) Рассуждение, что температура поверхности горящего топлива совпадает с температурой кипения пластификатора (дибутилфталат) приведено без обоснований.

Сомнительно, что данный вывод оказался бы одинаково справедлив для всего исследованного интервала давлений.

4) Утверждение автора, что оксид меди повышает теплопроводность углеродистого каркаса при высоких давлениях, приведено без разъяснений, каким образом автор пришел к подобному выводу.

5) Для полноты картины определенно не хватает фотографий погашенной поверхности образцов с меньшим количеством горючего в составе топлива.

Выявленные недостатки относятся, главным образом, к трактовке экспериментальных результатов, но не отменяют их, по сути. Заявленные цели работы – обоснование методологии поиска рецептуры топлива, отвечающего современным требованиям, и само решение (практическая рецептура топливной композиции) в данном исследовании были достигнуты.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.16.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ», также требованиям Положения о порядке присуждении учёных степеней в Федеральном Государственном Бюджетном Образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 14. 09. 2023 г № 103ОД.

Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор, Гулаков Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.16.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Ведущий инженер отдела ГКС, лаб. МО-1312

«Физика горения твёрдых топлив»

ФИЦ ХФ РАН.

Канд. ф.-м. наук. (01.04.17 – Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва).

Мелик-Гайказов
Георгий
Владимирович
20. 05. 2025

119991 г. Москва, ул. Косыгина 4,
тел. 8(495)939-74-77.
marsh@chph.ras.ru,

Подпись Мелик-Гайказова Г. В. заверяю
Учёный секретарь ФИЦ ХФ РАН
Канд. хим. наук



Михалева
Мария
Геннадьевна