

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Нгуен Зюи Туан «Изучение закономерностей и механизма горения энергонасыщенных систем на основе нитратов различных металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Тема представленной работы является актуальной, поскольку неорганические нитраты являются компонентами многих энергонасыщенных композиций различного назначения. Однако закономерности и механизм их горения систематически не изучены. Представленная работа существенно устраняет и уменьшает этот пробел. В ней в широком интервале давления (0,1-18 МПа) изучено горение композиций на основе одинакового горюче-связующего и различных неорганических нитратов (K, Na, Cs, Ba, Sr, Pb), отличающихся коэффициентом избытка окислителя ( $\alpha$ ) за счет изменения соотношения между окислителем и горючим, проводящим к изменению расчётной температурой и составом продуктов горения.

Диссертантом выполнена очень большая по объему и сложная по исполнению, плановая экспериментальная работа и детально обсуждены полученные данные. В результате этого установлены важные закономерности горения изученных составов. Показано, что большинство образцов горят при атмосферном давлении, но при этом их скорости отличаются до  $\sim 10$  раз. Примечательно, что образцы отличаются не только по скорости горения, но и по зависимости её от давления. Для большинства образцов на зависимости скорости горения от давления имеются два участка: на первом участке при низких давлениях величина  $v$  в законе горения значительно меньше, чем на втором участке. Установлено, что все образцы при всех давлениях имеют экстремальную зависимость скорости горения от  $\alpha$ , в большинстве случаев максимальная скорость горения достигается при  $\alpha < 1$ . Показано, что между величиной скорости и расчётной температурой горения образцов корреляция не наблюдается, дано

объяснение этому факту. Экспериментально определена температура горения изученных образцов и показаны причины их расхождения с расчетной температурой. Установлена особенность горения образцов на основе нитратов K, Na, Cs, Ba, Sr, заключающаяся в том, что даже при атмосферном давлении температура поверхности необычно высока ( $>1200$  K), а протяженность газовой зоны чрезвычайно мала: 31-91 мкм для образцов с нитратами металлов первой группы и 517-602 мкм для образцов с нитратами металлов второй группы. Важным результатом является то, что при горении изученных образцов основное количество тепла выделяется в ж-фазе. Детально изучено влияние металлического горючего АСД-4 и ПАМ-4 на скорость горения базовых образцов и установлено, что оно проявляется в большей степени для образцов с низкой скоростью горения и с повышенным значением избытка окислителя. Показано, что скорость горения изученных систем можно регулировать с помощью катализатора, сажи и углеродных нанотрубок. Что позволило диссертанту разработать быстрогорящие аэрозолеобразующие топлива, обладающие высокой способностью ( $9,5-12$  г/м<sup>3</sup>).

К автореферату можно сделать некоторые замечания:

- желательно было бы определить для некоторых образцов температурный профиль при давлении выше атмосферного;
- отсутствуют данные по эффективности действия АСД-4 и ПАМ-4 на скорость горения базовых образцов.

В целом, представленная работа вносит большой научный вклад в проблему горения смесевых систем на основе различных окислителей. Несомненно, что результаты работы будут использоваться при разработке составов различного назначения на основе неорганических нитратов. Отметим также важный практический результат работы - разработка высокоскоростных аэрозолеобразующих топлив с высокой огнетушащей способностью, которые могут быть использованы в газогенераторах оперативного действия для обеспечения быстрого и равномерного заполнения защищаемых объемов, в том числе продуваемых воздухом.

Диссертация на тему: «Изучение закономерностей и механизма горения

энергонасыщенных систем на основе нитратов различных металлов» 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), а ее автор - Нгуен Зюи Туан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Профессор кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»

д.т.н., профессор

«03» 06 2021 г.



Тиньков Олег Васильевич

Шифр и наименование научной специальности, по которой защищена диссертация

05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий

Тел.: 8-916-456-24-83

Электронная почта: tinkovov@yandex.ru

Адрес официального места работы: 107023, Москва, ул. Большая Семеновская, 38.

Подпись Тинькова Олега Васильевича заверяю

