



Государственный научный центр Российской Федерации
Акционерное общество
"Государственный Орден Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений"

ГНИИХТЭОС

105118, Россия, г. Москва, Шоссе Энтузиастов, д. 38
телефон: +7 495 673 71 72; факс: +7 495 673 49 09
info@eos.su; www.eos.su

ОГРН 1157746445845
ИНН/КПП 7720303065/772001001

03.04.2023

№

Р-2.7/Р14/03

На №

от

Ученому секретарю диссертационного
совета 24.1.129.01 при ФГБУН
«Институт теплофизики им. С.С.
Кутателадзе СО РАН»
Терехову В.В.

630090, г. Новосибирск,
ул. Академика Лаврентьева, д. 1

О направлении отзыва

Уважаемый Владимир Викторович!

Направляю отзыв на автореферат диссертационной работы Н.С. Белоусовой на тему «Горение частиц металлического горючего в воздухе и в составе смесевых топлив», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Приложение: отзыв на 3-х л., 2 экз.

Ученый секретарь
диссертационного совета 74.1.001.01
при ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС», К.Х.Н.



Н.И. Кириллина

Отзыв
на автореферат диссертации Белоусовой Натальи Сергеевны на тему
«Горение частиц металлического горючего в воздухе и в составе смесевых
топлив», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

Повышение энергетической эффективности, реакционной активности, увеличение скорости горения и температуры горения топливных рецептур за счет использования в их составе компонентов повышенного энергетического потенциала – алюминия, магния, а также бора является одной из главных проблем в области разработки ТРТ.

В связи с этим работа Н.С. Белоусовой, посвященная горению металлических горючих в разных средах, является актуальной и представляет большой практический интерес.

Основное внимание в работе диссертант уделил исследованию процессов горения частиц титана разного размера и пористости. Титан уступает по теплоте сгорания и бору и додекабориду алюминия, он используется как металлическое горючее в пиротехнике и некоторых других термических процессах. Однако титан имеет ряд особенностей. Оксид титана растворяется в жидком металле, в результате оксидная пленка теряет защитные свойства. При горении он фрагментируется. Таким образом, титан является интересным объектом исследования горения металлов. Автором были разработаны методы определения скоростей и времен горения исследуемых металлов, гранулометрического анализа продуктов сгорания. Исследование порошков титанов с частицами разных размеров в составе смесевых топлив на основе ПХА, активного связующего МПВТ показало, что агломераты наименьших размеров образуются при использовании порошков титана меньших размеров (< 32 мкм для гранул и < 71 мкм для пористого титана).

Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что, несмотря на высокие значения объемной (135,8 МДж/л) и массовой (58,5 МДж/кг) теплоты сгорания бора, его практическое использование в составе твердотопливных композиций затруднено. Основные причины

закljučаются в особенностях процесса горения частиц бора, среди которых: трудность воспламенения твердых частиц бора, обусловленная тем, что при температуре свыше 450 °C твердое ядро бора покрывается расплавленным слоем оксида бора, предотвращение горения бора в газовой фазе, протекание более медленных гетерогенных реакций его окисления на поверхности, высокая склонность частиц бора к формированию агломератов при нагревании, что приводит к увеличению времени сгорания частиц бора и к превышению этого времени по сравнению со временем пребывания частиц горючего в камере сгорания ракетного двигателя.

Автор выявил весьма эффективное влияние на скорость горения модельных смесевых топлив добавки ПТФЭ.

Как известно, основным препятствием при горении бора в композициях ВЭМ является образование жидкого оксида бора вокруг частицы бора, который затрудняет доступ к ней кислорода. Однако, при сжигании борида алюминия основным продуктом реакции является соединение $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ ($\text{Al}_4\text{B}_2\text{O}_9$), которое образует твердую иглообразную структуру на поверхности окисляющейся частицы. Этот борат связывает жидкий B_2O_3 , открывая не окисленный материал, и тем самым увеличивает скорость диффузии окислителя к поверхности частицы горючего. В результате повышается полнота сгорания. Поскольку в AlB_{12} алюминия явно не хватит для образования такого бората, то скорость горения топлив с бором и додекаборидом алюминия должны были бы не очень отличаться.

Влияние добавок на полноту сгорания неоднозначно, особенно при разном давлении. При давлении 1,2 МПа добавка ПТФЭ повышает полноту сгорания, как в случае бора, так и в случае AlB_{12} , а наиболее эффективной добавкой является фторид магния.

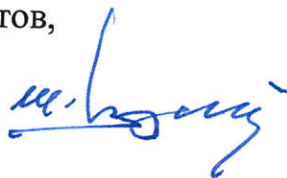
Достоверность полученных Н.С. Белоусовой результатов исследований, обоснованность выводов, их теоретическая и практическая значимость не вызывают сомнения.

Диссертационная работа Н.С. Белоусовой на тему «Горение частиц металлического горючего в воздухе и в составе смесевых топлив»

представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Она является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, решена научная проблема, имеющая важное значение для специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертационная работа также соответствует требованиям ГОСТ 00.11-07, а сам автор Н.С. Белоусова заслуживает присуждения ей искомой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Заместитель генерального директора
ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС» по науке-
главный конструктор, доктор технических наук
по специальности 05.17.07 -химия и
технология топлив и специальных продуктов,
лауреат премии Правительства РФ,
заслуженный химик РФ



Ш.Л. Гусейнов

03.04.2023 г.

Адрес организации: 105118, г. Москва, ш. Энтузиастов, д. 38.

Телефон: (495) 673-13-15. Адрес электронной почты: rejhan@bk.ru.

Государственный научный центр РФ Акционерное общество
«Государственный Ордена Трудового Красного Знамени научно-
исследовательский институт химии и технологии элементоорганических
соединений» (ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»).

Подпись Ш.Л. Гусейнова заверяю.

Ученый секретарь
диссертационного совета 74.1.001.01
при ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»



Н.И. Кириллина