

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Сорокина Ивана Викторовича  
«Зажигание высокоэнергетических материалов, содержащих  
биметаллические энергоемкие горючие», представленной на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных  
состояний вещества

Диссертационная работа Сорокина И.В. посвящена изучению закономерностей зажигания высокоэнергетических материалов (ВЭМ), содержащих окислитель, горючее-связующее вещество (ГСВ) и биметаллические горючие, позволяющих сформулировать физические механизмы и рекомендации по вариации состава топлив. Варьируя рецептуру топливных композиций (ПХА, НА, ГСВ и металлические материалы Al, Mg, Fe, Ni, Ti, B, Al/B, Ti/B, Al/Fe, AlB<sub>2</sub>, AlB<sub>12</sub>) и применяя широкий спектр методов исследования (термодинамический расчет, дифференциальный термический анализ, метод лазерной дифракции, электронная микроскопия высокого разрешения, скоростная видео- и тепловизионная съемка, способ определения характеристик зажигания ВЭМ), автору диссертационной работы удалось детально описать физический механизм зажигания и развитие пламенных процессов на поверхности топлив, а также определить макрокинетические параметры экзотермической реакции в конденсированной фазе при вариации компонентного состава и содержания металлического горючего. В работе можно выделить два основных направления экспериментального и теоретического исследований: (1) изучение характеристик окисления биметаллических порошков и разложения компонентов ВЭМ; (2) установление количественных закономерностей и характеристик нестационарного процесса зажигания ВЭМ, содержащих порошки металлического горючего варьированного состава, при нагреве лучистым потоком тепла. Установленные закономерности и характеристики окисления металлических горючих, зажигания ВЭМ дают возможность расширить фундаментальные знания о горении твердотопливных композиций, содержащих металлические порошки, позволяют моделировать нестационарные процессы зажигания и горения конденсированных систем, и определять их оптимальные характеристики зажигания.

Следует отметить широкий теоретический и практический кругозор и багаж знаний автора, логически стройный стиль изложения материала и большой объем выполненной работы. Экспериментальная часть работы, связанная с исследованием процессов

окисления металлов и зажигания ВЭМ при лучистом нагреве, выполнена на высоком научном и техническом уровне. Результаты исследований опубликованы в научных изданиях (более 50 работ), включающих 12 статей в международных и российских журналах.

Однако можно указать ряд замечаний:

1. В таблице 1 автореферата приведены измеренные значения параметров окисления металлов и бора, полученные при нагревании на воздухе. Следует указать погрешность проведенных измерений.
2. В тексте автореферата указано, что скорость тепловыделения при окислении аморфного бора составляет 27.7 Вт/г при 710°C. Следует указать измеренную величину удельной теплоты реакций в Дж/г.
3. Исходя из результатов проведенных масштабных экспериментальных исследований, в тексте автореферата не приведен алгоритм, по которому возможна предварительная разработка рецептуры высокоэнергетических композиций с заранее заданными характеристиками зажигания. Такой алгоритм, включающий различные методы и технологические приемы, а также установленные автором зависимости функциональных свойств от характеристик металлов, по-видимому, приведен в тексте диссертационной работы.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы, представляющую собой законченное научное исследование.

Считаю, что диссертационная работа «Зажигание высокоэнергетических материалов, содержащих биметаллические энергоемкие горючие» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе отвечает критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (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, от 20.03.2021 № 426, 11.09.2021 № 1539 ), а ее автор, Сорокин Иван Викторович, присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Пивкина Алевтина Николаевна



Доктор технических наук по специальности 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Заведующая лабораторией энергетических материалов  
Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова  
Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН)

119991 г. Москва, ул. Косыгина, 4

Телефон: 8-499-137-29-51

Электронная почта: icr@chph.ras.ru

Согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой  
диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

ДАТА 12.09.2022 г.

Подпись Пивкиной А.Н. заверяю  
Врио Ученого секретаря ФИЦ ХФ РАН  
ДАТА 12.09.2022 г.



 (И.С. Семенова)

Муравьев Никита Вадимович



Кандидат технических наук по специальности 05.17.07 «Химическая технология топлива  
и высокоэнергетических веществ»

12.09.2022 г.

Ведущий научный сотрудник лаборатории энергетических материалов  
Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова  
Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН)

119991 г. Москва, ул. Косыгина, 4

Телефон: 8-499-137-29-51


Электронная почта: icr@chph.ras.ru

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой  
диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

ДАТА 12.09.2022 г.

Подпись Муравьева Н.В. заверяю  
Врио Ученого секретаря ФИЦ ХФ РАН  
ДАТА 12.09.2022 г.



 (И.С. Семенова)