

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сорокина Ивана Викторовича «ЗАЖИГАНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЭНЕРГОЕМКИЕ ГОРЮЧИЕ», выполненной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Практический интерес представляют энергоемкие горючие на основе металлов в виде сплавов или механосмесей разной дисперсности, которые могут быть использованы в различных компонентных составах высокоэнергетических материалов (ВЭМ). Известно, что борсодержащие горючие, в частности бориды алюминия, обладают высокой плотностью и удельной теплотой сгорания. Частицы боридов алюминия и механосмесей Al и B легче воспламеняются и сгорают с большей полнотой по сравнению с частицами бора. При этом теплота сгорания борсодержащих металлических горючих выше теплоты сгорания алюминия. Автор диссертации этот момент подчеркнул в обзорной части и отметил, что ставит задачу на установление общих закономерностей зажигания металлизированных высокоэнергетических материалов сложного состава, позволяющих сформулировать физические механизмы и рекомендации по вариации состава топлив, обеспечивающих выполнение специфических требований к процессам зажигания. В этом состоит научная новизна работы. Тематика исследований актуальна, так как связана с оценкой взрывобезопасности, расчетом переходных процессов в энергоустановках различного назначения и разработкой лазерных систем инициирования.

В работе экспериментально изучено влияние биметаллического горючего на характеристики зажигания топливных композиций. Определены временные задержки зажигания образцов варьируемого состава ВЭМ в зависимости от плотности теплового потока. Показано, что изменение компонентного состава и дисперсности биметаллического горючего позволяет существенно модифицировать характеристики зажигания материала – время задержки зажигания, температуру зажигания и плотность энергии зажигания внешнего источника. Очень важен тот факт, что соискатель активно публикуется в международных и российских высокорейтинговых журналах.

Следует отметить, что диссертант выполнил трудоемкие эксперименты, а также представил результаты расчета констант формальной кинетики реакций в конденсированной фазе, времени задержки и температуры зажигания при варьируемой плотности теплового потока. Полученные результаты являются основой для выбора компонентного состава топливных композиций.

По тексту автореферата имеются замечания:

1. Термоаналитическим методом изучены основные закономерности термического окисления порошков металлического горючего и разложения компонентов образцов при постоянной скорости нагрева, равной 10 К/мин. А исследование характеристик зажигания составов производилось при иницировании лазером. В этом случае скорость нагрева образцов ВЭМ была гораздо выше. Оценивалась ли применимость результатов, полученных при разных условиях нагрева?
2. Автором принято допущение, что теплофизические параметры (плотность, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности) твердотопливной композиции в модели приняты постоянными и не зависящими от компонентного состава образца. Однако, как правильно отмечает автор – «Показано, что изменение компонентного состава и дисперсности биметаллического горючего позволяет существенно модифицировать характеристики зажигания ВЭМ». Следует пояснить границы применимости модели.

Указанные замечания не снижают высокой оценки диссертационной работы. Структура и логика изложения результатов исследования, механизмов реагирования и развития пламенных процессов на поверхности ВЭМ с варьируемым составом металлического горючего при лучистом нагреве выглядят достаточно обоснованными. Автореферат диссертации написан логично, доказательно, ясным научным языком. Оформление автореферата не вызывает нареканий.

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.

Салганский Евгений Александрович  
доктор физико-математических наук, 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества,  
ведущий научный сотрудник лаборатории горения в высокоскоростных потоках,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук,

Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, пр. академика Семенова, 1  
Тел.: 8(49652) 2-13-68, e-mail: [sea@icp.ac.ru](mailto:sea@icp.ac.ru)

*Согласен на включение моих персональных данных в документ,  
связанный с работами ЗС, и их дальнейшую обработку.*

20.09.2022

*Салганский Е.А.*



Составленноручную подпись

СОТРУДНИКА

УДОСТОВЕРЯЮ

СОТРУДНИК

КАНЦЕЛЯРИИ

*Салганский Е.А.*

*В*