

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Шмакова Андрей Геннадьевича
«Механизм и кинетика химических процессов в пламенах с добавками
химически активных ингибиторов и пламегасителей»,**

**представленной на соискание учёной степени доктора химических наук по
специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества**

Увеличение объемов добычи, переработки и использования горючих газов заставляет развивать как технологические методы преобразования и оптимизации химического горения, так и методы подавления процессов горения. Кроме того, необходимо более эффективно решать проблемы природных пожаров, число которых резко возросло последние годы. Использование устаревших средств пожаротушения, не только малоэффективно, но и, как правило, экологически вредно. В этой связи исследования и поиск новых эффективных ингибиторов являются, несомненно, актуальной задачей. Её решение связано с выявлением физико-химических механизмов воздействия огнетушащих веществ на процессы горения, в основе которых лежат цепные химические реакции.

Целью диссертационной работы являлось установление механизма и кинетики химических реакций в пламенах газообразных горючих смесей с добавками химически активных фосфор- и металлсодержащих ингибиторов горения в широком диапазоне условий.

Исследования выполнены с применением апробированных экспериментальных методов диагностики тепловой и химической структуры пламен. В частности использовалась зондовая молекулярно-пучковая масс-спектрометрия, микротермопары, для определения скорости распространения пламен использовались различные типы горелок, в том числе оборудованные системой подачи добавок жидких ФОС и т.д. Обоснованность экспериментальных результатов также подтверждена результатами численного моделирования выполненного с помощью программы PREMIX из пакета CHEMKIN-II.

Достоверность представленных в диссертационной работе результатов обусловлена комплексным подходом к исследованиям с использованием указанного выше экспериментального оборудования и методов численного моделирования. Основные выводы работы признаны мировым научным сообществом, представлены в более чем 40 публикациях в рецензируемых российских и зарубежных журналах и 46 трудах российских и международных конференций.

Полученные в работе данные позволили провести уточнение ряда констант скоростей элементарных химических реакций превращения фосфорсодержащих веществ в пламени, а также разработать сокращенные механизмы ингибирования

пламен добавками ФОС. Уточненные в данной работе механизмы (детальные и сокращенные) могут быть использованы для теоретического предсказания параметров горения пламен, содержащих добавки фосфор- и металлсодержащих ингибиторов, в том числе для проведения 3D моделирования процессов в камерах сгорания, двигателях, топках, а также для моделирования процессов распространения и тушения пожаров. На основе проведенных исследований химических и физических процессов в пламенах, включая системы с добавками различных фосфор- и металлсодержащих соединений, получены 4 патента на изобретения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в подготовке и проведении экспериментов, в постановке задач по численному моделированию структуры, скорости распространения, пределов распространения и условий гашения исследованных пламен, обсуждении результатов и формулировке выводов, а также подготовке публикаций по теме диссертационной работы.

Автореферат в полной мере отражает результаты проведенных исследований и соответствует содержанию диссертационной работы. По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Среди исследованных в работе ингибиторов на странице в Таблице 1 указана желтая кровяная соль $K_4[Fe(CN)_6]$, однако на страницах 33 и 37 также обсуждаются результаты исследований ингибирующего эффекта красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$. Следовало бы указать также и это вещество в Таблице 1.
2. На Рисунке 29 представлены результаты изучения влияния добавок различных газов на условия срыва пламени микроструи водорода в виде зависимости концентрации добавляемых газов в водород или в воздух от скорости микроструи топливной смеси. Следовало бы указать, как именно была измерена или рассчитана скорость микроструи топлива в данных экспериментах.
3. На Рисунке 15 приведены результаты измерения скорости распространения пламен $H_2/O_2/N_2$ с добавкой ТМФ в зависимости от коэффициента избытка топлива, однако часть представленных результатов получена в достаточно широком диапазоне коэффициентов избытка топлива - от 1.1 до 2.7, а другая - только в диапазоне от 1.0 до 1.2. В автореферате отсутствует пояснение, почему измерения для пламен $H_2/O_2/N_2$ с концентрацией кислорода $D=10\%$ были проведены в более ограниченном диапазоне изменения состава смесей, чем для $D=7.7$ и 9% .

Сделанные замечания не снижают высокой оценки диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы А.Г. Шмакова можно квалифицировать, как существенные научные достижения в области исследования химической структуры и динамики химических превращений, реакционной способности интермедиатов химических реакций.

Считаю, что диссертационная работа «Механизм и кинетика химических процессов в пламенах с добавками химически активных ингибиторов и пламегасителей» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, в том числе отвечает критериям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013г. (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 23.03.2021 №426, 11.09.2021 №1539), а ее автор Шмаков Андрей Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктор химических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Бардаханов Сергей Прокопьевич


подпись

Доктор физико-математических наук, профессор
Специальность 01.02.05.

главный научный сотрудник лаборатории аэрофизических исследований
дозвуковых течений

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН)
630090, Новосибирск-90, ул. Институтская 4/1
Тел. +7 (383) 330 42 78

Электронная почта: bard@itam.nsc.ru

15.12.2021
дата

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

Подпись Бардаханова С.П. заверяю
Ученый секретарь института теоретической
и прикладной механики
к.ф.-м.н.


Ю.В. Кратова
15.12.2021
дата
