

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Князькова Дениса Анатольевича

"Кинетика и механизмы газофазного горения углеводородов и кислородсодержащих органических соединений в ламинарном пламени", представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 – "Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества"

Диссертационная работа Князькова Д.А. посвящена исследованию кинетики горения углеводородов и кислородсодержащих органических веществ. Проведен большой объем исследований, включающий измерения концентраций компонентов при горении водорода и его смесей с монооксидом углерода, низших углеводородов (в том числе с кислородсодержащими добавками), оксигенатов, метиловых и этиловых эфиров при атмосферном и повышенном давлениях (1–5 атм). На основе полученных данных был проведен анализ и разработаны детальные химико-кинетические механизмы. Данные механизмы были использованы для проведения численных расчетов пламен рассмотренных систем. Согласование результатов расчетов с измерениями показало адекватность использованных теоретических методов и подходов.

Сопровождающиеся горением процессы широко распространены в современном мире. Горение приносит как пользу в качестве источника тепловой и механической энергии в промышленности, так и вред за счет пожаров. Развитие теории горения, расширение и углубление знаний о природе данного явления позволяет повышать эффективность топлив, снижать выброс загрязняющих веществ в атмосферу, предотвращать возникновение и развитие пожаров. Одним из методов здесь выступает численное моделирование на основе химико-кинетических механизмов, применение чего позволяет предсказывать тепловую и химическую структуру пламени, тепловые потоки, состав продуктов сгорания, скорость и направление распространения пламени. Использование детальных кинетических механизмов позволяет адекватно разрешить пространственное распределение тепловых эффектов различных реакций. В связи с вышеописанным разработка и верификация химико-кинетических механизмов является актуальной задачей.

В работе впервые применены современные средства измерения на основе молекулярно-пучковой масс-спектрометрии, что позволило оценить промежуточные продукты и радикалы при горении низших углеводородов и смесей водорода и монооксида углерода при повышенных давлениях. Полученные данные были использованы для разработки детальных кинетических механизмов.

Следует отметить хорошую апробацию диссертационной работы. Основные результаты, полученные в ходе исследований, докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях и опубликованы в высокорейтинговых журналах (таких как *Combustion and Flame*, *Fuel*, *Proceedings of the Combustion Institute* и т.д.).

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате указано, что расчеты одномерного пламени пропилена (рисунок 1, стр. 16) выполнены с учетом измеренного поля температуры. С одной стороны, для верификации механизма данный подход является удобным, поскольку позволяет сфокусироваться на разрешении только концентраций компонентов. С другой стороны, при проектировании систем не всегда представляется возможным заранее установить поле температур, и требуется совместное решение уравнений сохранения энергии и масс компонентов смеси.

2. На рисунке 9 (стр. 23) следовало для удобства сравнения изобразить измеренные и расчетные зависимости максимумов концентраций компонентов на одном графике. Здесь и в других расчетах не приведен уровень (например, средний по всем компонентам) расхождения между измерениями и расчетами. Можно ли считать отклонение в 5 раз, которое наблюдается для мольной доли этана в пламени пропилена/ O_2/Ar ($\phi=1.5$) (рис. 9) средней характерной погрешностью современных кинетических механизмов горения углеводородов? Также, здесь (рис. 9) в подписи к шкале абсцисс должно быть "атм" вместо "мм".
3. На стр. 24 приведено сравнение и обсуждение расчетных и измеренных мольных долей компонентов в пламени ДМЭ/ O_2/Ar при 1 атм. Использован разработанный сокращенный химико-кинетический механизм. В автореферате не указан критерий оптимизации. Что здесь являлось предпочтительным при формировании такого механизма — локальные характеристики пламени (химическая структура) или интегральные параметры (такие как скорость распространения пламени)?

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Автореферат позволяет заключить, что диссертационная работа Князькова Д.А. "Кинетика и механизмы газофазного горения углеводородов и кислородсодержащих органических соединений в ламинарном пламени", является завершенным научным исследованием и удовлетворяет требованиям п.9,11 "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор — Князьков Денис Анатольевич — заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 — "Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества".

Главный научный сотрудник, доктор физико-математических наук

(05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

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

Карпов Александр Иванович

Старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук

(01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника)

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

Шаклеин Артем Андреевич

06.03.2026 г.

Подписи Карпова А.И. и Шаклеина А.А. удостоверяю



ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ

ОТДЕЛА КАДРОВ

И. П. ДЕРЖАВИНА

ФГБНУ «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 426067, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, +7(3412)50-82-00, udnc@udman.ru.