

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Пономарева Андрея Артемьевича
«Численное исследование ламинарного пламени в условиях возмущения слабым
электрическим полем»

по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Стабилизация горения в камерах сгорания газотурбинных двигателей, как правило, сопряжена с распылом топлива, смесеобразованием в набегающем потоке воздуха и стабилизацией пламени в рециркуляционных зонах или в следах за завихрителями, либо же за плохо обтекаемыми телами. При этом хорошо известно, что размер капель топлива, получаемых в процессе его диспергирования, в значительной степени влияет на эффективность (полноту) сжигания топлива и устойчивость горения, в том числе ввиду того, что он определяет скорость испарения капель и, как следствие, качество смесеобразования, а также пределы воспламенения и срыва пламени. В качестве альтернативы гидродинамической стабилизации пламени можно привести способы создания оптических и электрических разрядов или слабого электрического поля. Последний способ является наименее энергозатратным и наиболее перспективным с точки зрения ресурса работы при его технической реализации. При этом роль различных физико-химических механизмов при воздействии слабого электрического поля на плоское или искривленное пламя в настоящее время изучена недостаточно.

Диссертационная работа Пономарева Андрея Артемьевича посвящена численному исследованию особенностей термохимической структуры пламени углеводородного топлива в условиях локального возмущения и искривления пламени под воздействием присутствующей жидкой фазы топлива или под воздействием слабого электрического поля на примере метана и этанола, соответственно. Исследование выполнено в фундаментальной постановке на основе прямого численного моделирования потока и пламени воздушно-топливных смесей для модельных горелочных устройств при условиях близких к стандартным с использованием открытого расчетного пакета OpenFoam. Моделирование горения выполнено с использованием современных детальных кинетических механизмов химического реагирования, модифицированных для учета реакций ионизации. При горении газокapельной смеси, учет движения дисперсной фазы выполнен в лагранжевой постановке с использованием стандартных математических моделей прогрева и испарения капель.

Во время выполнения работы соискатель проявил себя грамотным физиком-исследователем, умеющим самостоятельно изучать и систематизировать имеющуюся отечественную и иностранную литературу; осуществлять постановку задач в процессе научного исследования; интегрировать соответствующие математические модели переноса, теплообмена, химического реагирования и ионизации в единый сложный расчетный комплекс; верифицировать, анализировать и обобщать результаты численного моделирования; а также формулировать выводы относительно фундаментального влияния основных физико-химических механизмов на наблюдаемые на практике явления.

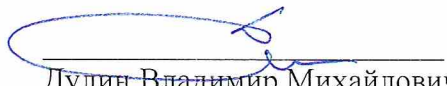
В результате цикла экспериментальных работ, выполненных в ИТ СО РАН, были получены следующие основные научные результаты:

- Установлено, что инжекция капель определенного размера приводит к достижению локального максимума осредненной скорости распространения пламени монодисперсной газокapельной смеси с интегральным избытком топлива. Подтверждено, что локальный максимум средней скорости распространения за счет локального возмущения фронта пламени соответствует размеру капель топлива, при котором времена химического реагирования смеси и испарения капель приблизительно равны.

- Установлено, что фронт пламени углеводородной топливовоздушной смеси при воздействии слабого внешнего электрического поля остается практически нейтральным, за исключением окрестности области со значительным искривлением. В частности, в таких областях наблюдается наибольшее накопление заряда, сопряженное с существенным увеличением скорости локального распространения пламени.

Сделанные заключения является важным фундаментальным результатом для развития методов стабилизации пламени при воздействии внешним электрическим полем. Обсуждение полученных в работе результатов на профильных международных и всероссийских конференциях и семинарах с ведущими специалистами, а также публикации в ведущих научных журналах позволяют сделать вывод о высоком научном уровне выполненной работы. Считаю, что диссертация Пономарева А.А. является законченным научным исследованием на актуальную тему, содержит важные новые научные результаты, подтверждает высокую квалификацию соискателя в предметной области и соответствует критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, а сам Пономарев Андрей Артемьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Научный руководитель,
зав. лаб. Физических основ
энергетических технологий
профессор РАН,
доктор физико-математических наук


Дулин Владимир Михайлович
17.08.2026

Подпись Дулина В.М. заверяю
Ученый секретарь ИТ СО РАН
к.ф.-м.н. Ягодницына А.А.

ФГБУН Институт теплофизики
им. С.С. Кутателадзе СО РАН
Россия, 630090, г. Новосибирск
проспект Академика Лаврентьева, д. 1
телефон: +7(383)330-90-40
e-mail: director@itp.nsc.ru
<http://www.itp.nsc.ru>

