

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Толстогузова Романа Владимировича «Экспериментальное исследование структуры импактной струи с закруткой и горением», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При разработке практически важных горелочных устройств и камер сгорания все большее применение находят методы численного моделирования, для верификации которых необходимы экспериментальные данные, полученные на модельных горелках. В таких устройствах используются методы интенсификации горения, например, закрутка потока топливной смеси, позволяющая повысить устойчивость горения, лучшего перемешивания окислителя с топливом, улучшить характеристики теплообмена и уменьшить выбросы вредных веществ. Также важной проблемой является взаимодействие пламени с холодной преградой, что приводит к изменению химии и гидродинамики реагирующего потока. Поэтому представленные в диссертации Толстогузова Р.В. методика и результаты изучения структуры импактной струи с закруткой и горением являются актуальными, и соответствуют современным приоритетам развития приведенного научного направления.

Сильной стороной работы выступает значительный объем экспериментальных исследований химической, тепловой и газодинамической структуры пламен различных видов топлива, при варьировании степени закрутки потока, расстояния от горелки до охлажденной преграды и т.д. Корректность и непротиворечивость полученных в опытах данных подтверждена проведением дополнительных проверочных измерений, тщательным анализом погрешностей, сопоставлением с результатами численных расчетов и имеющихся в литературе данных.

По теме диссертации опубликовано 18 работ, 13 из которых напечатаны в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также получен патент на изобретение.

Вопросы и замечания по содержанию автореферата:

- 1) При перечислении целей работы отсутствует упоминание о развитии и использовании метода ПЛИФ формальдегида, хотя в выносимых положениях и результатах приведены соответствующие данные.
- 2) В тексте автореферата часто используется термин «лобовая» точка, по всей видимости являющегося жаргонным выражением – более правильно было бы использовать термин «фронтальная» точка.
- 3) На странице 8 указано, что в работе изучены различные виды топлив: «метан, пропан, пары и капли этанола». Известно, что в пламенах углеводородных топлив и спиртов концентрация таких промежуточных продуктов, как оксигенаты, к которым относится формальдегид, может значительно отличаться при прочих одинаковых параметрах

- (коэффициент избытка топлива, начальная температура, доля инертного газа-разбавителя). Поэтому с точки зрения верификации численных моделей было бы важно получение информации о полях концентрации формальдегида в пламенах углеводородов и этанола, однако в автореферате приведены данные только для метана и пропана, а результаты измерения структуры пламени этанола не обсуждаются.
- 4) В тексте реферата символ «ф» используется как для обозначения коэффициента избытка топлива (рис 3А), так и для обозначения ортогональной пространственной функции (моды).
 - 5) На рисунке 4Б поле температуры вблизи кончика пламени имеет немонотонное поведение вдоль его оси, наблюдается локальный минимум на расстоянии 0.5 мм от вершины пламени, в то время как на рис 4А такой эффект отсутствует. По всей видимости этот минимум является артефактом обработки результатов измерений в случае ПЛИФ ОН для двух линий возбуждения.
 - 6) На Рисунке 5 приведено сопоставление полученных в данной работе профилей температуры с литературными данными из работы (Sharaborin D.K. et al, 2018) и указано, что два эти набора данных приведены для горизонтального сечения на $\frac{1}{2}$ высоты конуса пламени. При этом на рисунке 5 (справа) указано расстояние от среза горелки 22.5 мм, что близко к высоте конуса пламени, соответствующего рисунку 4 – 25 мм. В связи с этим непонятно, на какой же высоте было измерено радиальное распределение температуры, соответствующее красной кривой на рисунке 5? Также на рисунке 5 отсутствует обозначение оси x графика, которое, видимо, соответствует расстоянию от оси пламени.
 - 7) На рисунке 7 отсутствует обозначения приведенных кривых.
 - 8) На рисунке 8 приведены поля температуры в одном и том же пламени, измеренные с помощью различных вариантов ПЛИФ ОН. Обращает на себя внимание различная кривизна фронта пламени, полученная в этих двух случаях. В случае ПЛИФ ОН на основе термической активации кривизна пламени вблизи его вершины меньше, чем в случае ПЛИФ ОН для двух линий возбуждения. С чем может быть связано такое различие?
 - 9) На рисунке 9 приведены профили температуры для трех различных значений H/d , причем максимальная температура наблюдается для $H/d=2$. В то же время в тексте указано, что с увеличением расстояния от среза сопла до охлаждаемой преграды локальный теплообмен снижается. Поэтому логично было бы ожидать, что в случае $H/d=3$ максимальная температура пламени должна быть выше, чем в случае $H/d=2$, так как потери тепла из пламени при $H/d=3$ меньше, чем при $H/d=2$, однако это не согласуется с данными на рисунке 9. В чем причина такого несоответствия?
 - 10) На странице 17 указано, что «...зона рециркуляции проникает в сопло». Однако это утверждение не очевидно из рисунка 11, на котором

приведены поля скоростей, измеренные только в области над соплом, т.е. внутри сопла характеристики потока не приведены.

Приведенные замечания не влияют на полученные в работе основные результаты и не снижают ее научной и практической значимости. Считаю, что диссертация Толстогузова Романа Владимировича, краткое содержание которой изложено в автореферате, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. №842 предъявляемым ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ к кандидатским диссертациям. Автор работы – Толстогузов Роман Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Доктор химических наук

(1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества)

Заведующий лабораторией кинетики процессов горения

ФГБУН ИХКГ СО РАН

20 октября 2023 года

 Шмаков Андрей Геннадьевич

Подпись Шмакова Андрея Геннадьевича заверяю:

Ученый секретарь ИХКГ СО РАН

к.ф.-м.н.

 А. П. Пыряева

Почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, д. 3

Телефон: (383) 333-33-46, +7(913)713-75-51

Адрес электронной почты: shmakov@kinetics.nsc.ru

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (ИХКГ СО РАН)

Я, Шмаков Андрей Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Толстогузова Романа Владимировича, и их дальнейшую обработку.