

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Агафонцева Михаила Владимировича «Исследование турбулентности в пламени с применением методов термографии и математического моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Актуальность темы диссертационной работы

Использование процесса горения, в том числе органических, веществ в различных технологиях является достаточно распространенным. Это и процессы получения теплоты с использованием ее в производстве энергии или поддержания комфортных условий существования, это и процессы в различных технологиях: утилизации отходов, получения различных веществ с заданными свойствами (например, мартеновский процесс и порошковая металлургия) и т.п. Кроме этого процессы горения наблюдаются в природе, например, в виде пожаров.

Для эффективного использования положительных свойств рассматриваемых процессов или для минимизации их отрицательных результатов, в том числе катастрофических, необходимо как можно точнее знать основные закономерности горения при различных режимах его протекания. Наибольшие трудности для экспериментального изучения представляет анализ влияния возникающей турбулентности в области факела, позволяющей существенно интенсифицировать явления переноса. Широкое распространения математического моделирования как инструменты для исследования тех или иных сложных физических явления, происходящих на практике в окружающей среде, в аппаратах и системах, нуждается в экспериментальном изучении, получении и подтверждении основных закономерностей наблюдаемых процессов.

В этой связи, цель настоящего исследования, сформулированная Агафонцевым М. В., и решаемые в связи с этим задачи **являются чрезвычайно актуальными.**

Общая характеристика диссертации

Диссертационная работа включает 107 страниц машинописного текста, содержит 46 иллюстрации, 4 таблицы и состоит из введения, 3 глав, заключения и списка литературы из 133 наименований.

Во введении обсуждаются актуальность исследований по выбранной тематике и глубина их проведения научной общественностью к настоящему моменту. Описываются объект и методы, используемые для его исследования. Сформулированы: цель исследования и задачи, которые нужно было решить для ее достижения; научная новизна, теоретическая и

практическая значимость исследований; положения, выносимые на защиту; представлены описания доказательств достоверности полученных результатов исследования. Введение содержит сведения об общей характеристике диссертации и ее апробации.

В первой главе представлен обзор и особенности применения основных методов с описанием инструментов исследования термодинамических характеристик пламени. Описана классификация тепловизоров и их состав. Без конкретизации моделей представлены основные характеристики тепловизоров. Приведены результаты анализа спектра излучения пламени для подтверждения первого пункта, выносимого на защиту. Представлен общий вид математической модели для описания процесса турбулентного горения.

Вторая глава содержит описания конкретного инструментария исследований. Определение температур с помощью ИК измерений подкрепляется термопарными исследованиями. Подбираются диапазоны фильтров, наиболее соответствующие процессу измерений реальным значениям температур. Проводится Фурье анализ возникающих в турбулентном потоке пульсации температур. Исследуется влияние на параметры температурного поля пламени генерируемых с помощью специального источника акустических волн. Анализируется возможность замены модели АЧТ для анализа высокотемпературного потока на источник излучения углекислого газа.

Третья глава содержит исследования по определению и оценке основных масштабов турбулентности в пламени. Анализ проводится с помощью исследования уровня пульсации температур, оценке вихрей при визуализации течения PIV-методом и с помощью математического моделирования.

Представленные в диссертации результаты опираются на комплексное исследование объекта с помощью современного оборудования термопарным методом, с использованием ИК инструментария, анализа течения с привлечением PIV-методик и математического моделирования. Применение современной аппаратуры, использование для обработки результатов экспериментов методов теории анализа погрешностей, применение апробированных расчетных методов с верификацией программного продукта позволяет утверждать об общей адекватности результатов математического и физического экспериментов физической картине процессов, что свидетельствует о **достоверности результатов исследований**, содержащихся в диссертации Агафонцева В.М.

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в профильных журналах из списка, рекомендуемых для публикации ВАК РФ, и представлены в виде докладов как на всероссийских, так и на международных конференциях, что свидетельствуют о том, что исследования, проведенные Агафонцевым В.М., по установлению основных закономерностей и определению величин, определяющих

теплообменные процессы при горении органических горючих веществ, несомненно, являются оригинальным и соответствуют пункту 1 паспорта специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника (физико-математические науки).

Как следует из материалов диссертации, исследования проводились в рамках шести проектов РФФИ и одного проекта РНФ. Это свидетельствует о востребованности исследований и возможности использования их результатов на практике.

По диссертации Агафонцева В.М. необходимо сделать ряд замечаний:

1. Стилистика изложения оставляет желать лучшего. Особенно это касается формулировок пунктов «Научной новизны», «Личного вклада диссертанта» и «Практической значимости», употребления термина «АЧТ» вместо «модели АЧТ». Допускаются формулировки (стр. 29), что «Механизм теплообмена... пропорционален функции Планка».
2. Отсутствует система в наличии выводов по разделам и главам.
3. Не всегда присутствуют в диссертации описания переменных и их размерности.
4. Нумерация формул не содержит отсылки к главе, поэтому номера (1) - (4) повторяются в двух главах.
5. При анализе экспериментальных данных не приводится оценка влияния парциальных давлений излучающих газов в атмосфере и пламени, длины луча в атмосфере до пламени и длины луча излучающих газов факела, которая изменяется с высотой.
6. Не совсем корректно использовать излучение углекислого газа как опорного при 4500 К, поскольку в этих условиях наблюдается достаточно сильная его диссоциация.
7. Размещение в таблицах параметров, не всегда сопровождается полным набором величин, с помощью которых они получены. Так, например, приводятся значения числа Рейнольдса, но отсутствуют значения параметров вязкости, при которых оно получено.
8. При формулировании математической модели нарушена логика в последовательности размещения уравнений и необходимых соотношений для их замыкания. Так условия однозначности появляются в тексте только при описании метода численной реализации.

Все сформулированные замечания, по мнению оппонента, не являются фатальными и в большей степени носят рекомендательный характер.

Материалы рецензируемой диссертации опубликованы в 35 работах. Из них 6 статей опубликованы в журналах, включенных в Перечень рекомендованных

ВАК Министерства образования и науки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи диссертации.

По мнению оппонента, диссертация В. М. Агафонцева «Исследование турбулентности в пламени с применением методов термографии и математического моделирования» является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 (ред. От 01.10.2018) к кандидатским диссертациям, в которая содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития теории турбулентного горения органических веществ, а ее автор Агафонцев Михаил Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент
профессор НОЦ И.Н. Бутакова
Инженерной школы энергетики
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
доктор физико-математических наук,



Борисов Борис Владимирович

16.03.2020

Адрес: Россия, 634050, г. Томск,
проспект Ленина, дом 30
ФГАОУ ВО НИ ТПУ
tpu@tpu.ru; <http://www.tpu.ru/>
E-mail: bvborisov@tpu.ru
Тел.: 701777-1633.

Подпись Борисова Б. В. удостоверяю
Ученый секретарь Национального
Исследовательского Томского
политехнического университета



Ананьева Ольга Афанасьевна