

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Шадрин Евгений Юрьевича «Исследование структуры вихревых и многофазных потоков применительно к перспективным технологиям тепловой энергетики», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

В диссертационной работе Шадрин Е.Ю. представлено экспериментальное исследование структуры сложных турбулентных потоков в лабораторных моделях оборудования, предназначенного для использования в энергетических установках.

Актуальность темы. В настоящее время возрастает потребность в создании технологий производства энергии с использованием доступных видов топлива, в том числе отходов добычи и переработки угля, что приводит к необходимости качественной модернизации оборудования с целью достижения требуемых экономических, эксплуатационных и экологических показателей. Перспективными с этой точки зрения считаются, в частности, вихревые и водоугольные технологии сжигания. В основе разработки таких технологий должны находиться технические решения, опирающиеся на результаты научных исследований, в первую очередь – относящихся к механике закрученных и дисперсных потоков. Этим обусловлена актуальность темы диссертации, связанной с экспериментальным изучением способов управления внутренней аэродинамикой вихревых камер сгорания и характеристик двухфазного потока при распылении водоугольной суспензии.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы из 104 наименований, 2 приложений; общий объем составляет 108 страниц, включая 55 рисунков, 2 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цели и задачи работы, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, личный вклад автора.

В первой главе приведен обзор современной научной литературы по исследуемой теме. Представленный анализ текущего состояния исследований в изучаемой области демонстрирует наличие пробелов в изучении структуры сложных турбулентных потоков, в том числе многофазных, формируемых в энергетических устройствах, предназначенных для сжигания угольного топлива. Сделан обоснованный вывод о потребности в детальной достоверной информации о структуре турбулентных потоков в вихревых устройствах и характеристиках диспергирования, необходимой для усовершенствования математических моделей, которые

используются при разработке и проектировании нового теплоэнергетического оборудования. Определена методология исследования, отвечающая цели, задачам работы и современному научному уровню.

Во второй главе описаны применяемые в работе измерительные методики, основанные на применении оптических методов диагностики потоков, а также созданные экспериментальные стенды.

В третьей главе изложены результаты исследования изотермической аэродинамики моделей вихревых камер сгорания и структуры многофазного потока, формируемого пневматической форсункой.

Представлены результаты измерений трехкомпонентного поля скорости (и пульсаций скорости) в моделях вихревых камер сгорания с горизонтальными и вертикальными вихрями. Измерения проведены в широком диапазоне режимных параметров, изучены зависимости влияния расхода воздуха на структуру исследуемых течений. Проанализировано влияние предложенных технических решений на формирование закрученного течения.

Проведено исследование структуры и дисперсного состава газокapельного потока, формируемого пневматической форсункой при распылении водоугольной суспензии. Исследована зависимость структуры от давления, расхода суспензии и распыляющего агента (воздуха).

В заключении сформулированы основные результаты и выводы работы.

Научная новизна работы состоит в решении поставленных задач и получении следующих основных результатов:

1. С использованием высокоточных бесконтактных методов диагностики детально исследована структура течения в моделях камер сгорания с горизонтальной и вертикальной осью закрученного потока и характеристики газокapельного потока при распылении водоугольной суспензии пневматической форсункой, формирующей высокоскоростной многофазный поток с кумулятивной струей и тороидальным вихрем.
2. Предложены и исследованы оригинальные способы управления структурой закрученного течения за счет распределенного ввода потока в вихревую камеру сгорания.
3. Получены зависимости характеристик многофазной струи от расхода конденсированной фазы и давления газа в пневматической форсунке для распыления водоугольной суспензии.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в получении достоверной детальной информации о структуре турбулентных закрученных и многофазных потоков, необходимой для верификации физико-математических моделей и валидации результатов моделирования, что обеспечит прогресс исследований в области механики жидкости и газа, ориентированных на решение важных практических задач. Тем самым, полученные результаты вносят вклад в развитие научных подходов к созданию новых технологий, позволяющих эффективно использовать низкокачественные виды угольного топлива.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием современных апробированных методов измерений и оборудования, которые позволяют решить поставленные задачи. Результаты опубликованы в высокорейтинговых изданиях, а также представлены на ряде авторитетных научных конференций.

Замечания по диссертационной работе

1. Учитывая тему диссертационной работы, необходимо отметить некоторый дисбаланс в обзоре литературы, связанный с подробным описанием различных способов сжигания угольного топлива в ущерб анализу известных экспериментальных данных для вихревых камер сгорания.

2. Диссертанту необходимо более подробно обсудить вопросы планирования эксперимента и статистической обработке данных. В диссертации не приведены погрешности измерения скорости методом PIV, а также погрешности измерения диаметра капель в газокапельном потоке.

3. Было бы важным привести обобщение полученных экспериментальных данных для вихревых камер сгорания, в том числе с использованием параметров Хигера- Бэра, Россби или иных безразмерных критериев.

4. Экспериментальные исследования структуры течения выполнены для изотермических потоков в камерах сгорания при низких температурах. Однако в реальных условиях тепло, выделяющееся при сжигании газа, может значительно изменить параметры течения. Диссертанту рекомендуется оценить влияние неизотермичности на структуру течения и обосновать применимость защищаемых результатов для горения газовой смеси.

5. Диссертанту рекомендуется более тщательно исследовать структуру турбулентности, величины и распределения пульсаций скорости и давления в потоке, поскольку турбулентность является важным фактором, регулирующим теплообмен, смешение и горение в камерах сгорания.

6. При описании методики проведения экспериментальных исследований характеристик газокапельного потока диссертанту следовало бы привести данные о гранулометрических характеристиках угольного порошка, используемого для приготовления водоугольной суспензии.

7. При описании валидации экспериментальных данных с результатами численного моделирования необходимо привести более детальную информацию о математических моделях, используемых для проведения численного эксперимента, а также об основных параметрах реализации этих моделей.

Представленные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы и её оценку в целом.

Заключение

Исследования, представленные в диссертации, выполнены на современном научном уровне, обладают теоретической и практической значимостью. Автореферат составлен с соблюдением установленных требований и отражает основное содержание диссертации. Результаты хорошо апробированы: опубликованы в 11 статьях в научных журналах, рекомендованных ВАК, получен 1 патент РФ, представлены на конференциях всероссийского и международного уровня.

Считаю, что диссертация Шадрина Е.Ю. «Исследование структуры вихревых и многофазных потоков применительно к перспективным технологиям тепловой энергетики» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Она выполнена на высоком научном уровне, содержит новые результаты и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно «Положению о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013). Её автор, Шадрин Евгений Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Матвиенко Олег Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Шадрина Евгения Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

«5» октября 2022 г.

Официальный оппонент

Матвиенко Олег Викторович

Старший научный сотрудник, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

«Томский государственный архитектурно-строительный университет»,

доктор физико-математических наук

по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

«Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ)

Адрес: 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2,

Эл. почта: matvolegv@mail.ru

Тел. (3822) 65-39-30

Подпись Матвиенко Олега Викторовича удостоверяю.

Ученый секретарь ТГАСУ

М.П.



Ю. А. Какушкин