

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.10.2022 № 19/2022

О присуждении Шадрину Евгению Юрьевичу, гражданину Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Исследование структуры вихревых и многофазных потоков применительно к перспективным технологиям тепловой энергетики» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 28.07.2022, протокол № 14-1/2022 диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Шадрин Евгений Юрьевич, 18.03.1992 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории радиационного теплообмена ИТ СО РАН. В 2015 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) по направлению 03.04.02 – «Физика», в 2019 году окончил очную аспирантуру ИТ СО РАН по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация выполнена в научно-исследовательской лаборатории радиационного теплообмена Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель – Шарыпов Олег Владимирович, доктор физико-математических наук, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии, главный научный сотрудник лаборатории радиационного теплообмена.

Официальные оппоненты:

Бородулин Владимир Иванович – доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник;

Матвиенко Олег Викторович – доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра автомобильных дорог, профессор -

дали положительные отзывы на диссертацию Шадрина Евгения Юрьевича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ), г. Екатеринбург в своем положительном заключении, подписанном Рыжковым Александром Филипповичем - доктором технических наук, профессором кафедры «Тепловые электрические станции» Уральского энергетического института УрФУ, указала, что «Результаты проведенного комплексного исследования структуры вихревых и многофазных потоков обладают научной новизной и значимостью в предметной области, относящейся к механике жидкости и газа, а также обладают практической ценностью для решения проблем теплоэнергетики, связанных с энергоэффективным и экологически безопасным использованием некондиционных видов топлива, утилизацией производственных отходов. Полученные результаты могут быть рекомендованы к использованию в российских образовательных и научных организациях, проводящих исследования в области горения: ОИВТ РАН, МЭИ, ОАО ВТИ, ТПУ, ТГУ, УрФУ, ИПМ ДВО РАН, ИТПМ СО РАН и др. Наряду с важностью полученных экспериментальных данных для проведения математического моделирования сложных многофазных потоков, результаты исследований могут быть использованы для решения практических задач, связанных с созданием перспективных топочных и горелочных устройств для оснащения теплоэнергетического оборудования».

Соискатель имеет 77 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 34 работы, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 11 работ, 1 патент РФ на изобретение. Вклад автора заключается в создании и подготовке экспериментальных стендов, постановке и проведении экспериментальных исследований, а также осуществлении с участием научного руководителя анализа результатов и подготовке публикаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации Шадрин Евгений Юрьевича:

1. Shadrin E.Yu., Anufriev I.S., Butakov E.B., Kopyev E.P., Alekseenko S.V., Maltsev L.I., Sharypov O.V. Coal-water slurry atomization and combustion in a low-power industrial burner // *Fuel*. – 2021. – Vol. 303. – Article No. 121182. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.121182 (Из перечня ВАК)

2. Alekseenko S.V., Anufriev I.S., Dekterev A.A., Shadrin E.Y., Kuznetsov V.A., Sharypov O.V., Boyko E.E., Naumov I.V., Kabardin I.K. Investigation of transfer processes in swirling flows in application to vortex furnaces for coal fuel // *International Journal of Thermal Sciences*. – 2021. – Vol. 161, Article No. – 106715. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2020.106715 (Из перечня ВАК)

3. Anufriev I.S., Shadrin E.Y., Kopy'ev E.P., Maltsev L.I., Sadkin I.S., Sharypov O.V. Spraying Liquid Using Pneumatic Nozzle for Suspension Fuel // *Journal of Engineering Thermophysics*. – 2020. – Vol. 29, Issue 4. – P. 542–548. DOI: 10.1134/S1810232820040025 (Из перечня ВАК)

4. Alekseenko S.V., Anufriev I.S., Dekterev A.A., Kuznetsov V.A., Maltsev L.I., Minakov A.V., Chernetskiy M.Y., Shadrin E.Y., Sharypov O.V. Experimental and numerical investigation of aerodynamics of a pneumatic nozzle for suspension fuel // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. – 2019. – Vol. 77. – P. 288–298. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2019.04.013 (Из перечня ВАК)

5. Ануфриев И.С., Куйбин П.А., Шадрин Е.Ю., Шараборин Д.К., Шарыпов О.В. Изучение аэродинамической структуры потока в модели вихревой топки стереоскопическим методом цифровой трассерной визуализации // *Теплофизика и аэромеханика*. – 2016. – Т. 23, № 4. – С. 645–648. (Из перечня ВАК)

6. Красинский Д.В., Саломатов В.В., Ануфриев И.С., Шарыпов О.В., Шадрин Е.Ю., Аникин Ю.А. Моделирование топочных процессов при сжигании распыленного угля в вихревой топке усовершенствованной конструкции. Часть 1. Аэродинамика течения в вихревой топке // *Теплоэнергетика*. – 2015. – № 2. – С. 41–46. (Из перечня ВАК)

7. Вихревая топка. Патент РФ на изобретение № 2585347. Патентообладатель: ИТ СО РАН. Авторы: Ануфриев И.С., Красинский Д.В., Саломатов В.В., Шадрин Е.Ю., Шарыпов О.В. Зарегистрирован 05.05.2016. Приоритет от 26.06.2015.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что исследования выполнены на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и способствуют восполнению имеющихся пробелов в области изучения структуры закрученных и многофазных потоков.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Стрижака П.А. – профессора Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, заведующего лабораторией тепломассопереноса

ФГАУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», содержится три замечания: «1. Формулировки защищаемых положений слишком общие и не в полной мере отражающие результат диссертационных исследований. Например, целесообразно выделить конкретное влияние во втором пункте и принципиальные технические решения в четвертом. 2. В автореферате важно было прокомментировать, как калибровались системы измерений методами ЛДА, PIV и SP, чтобы раскрыть вопрос достоверности полученных результатов диссертационных исследований. 3. Диссертация представлена на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В случае экспериментальных работ важно выполнить детальную математическую обработку результатов опытов. В автореферате целесообразно привести результаты соответствующей обработки в виде выражений для искомых функций с учетом влияющих факторов и эффектов».

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Лободы Е.Л. – заведующего кафедрой физической и вычислительной механики ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», отмечено: «В диссертации решена важная научная задача, связанная с изучением структуры вихревых и многофазных потоков с применением оптических методов, имеющая значение для развития механики жидкости, газа и плазмы и технологий теплоэнергетики». Замечания по автореферату отсутствуют.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Якуша С.Е. – директора ФГБУН «Институт проблем Механики им. А.Ю. Ишлинского РАН», заведующего лабораторией термогазодинамики и горения, содержится одно замечание: «В качестве замечания по автореферату отметим, что тема, связанная с расчетами, раскрыта недостаточно подробно. Так, на стр. 19 утверждается, что проведенная валидация «... позволила обосновать выбор математической модели для дальнейшего использования в полномасштабных расчетах», однако сведений о применявшихся моделях, численных методах и программном обеспечении в автореферате не приведено. Возможно, более подробная информация содержится в диссертационной работе».

В отзыве на автореферат д.т.н. Бошнякова Б.В. – главного научного сотрудника лаборатории физико-химической механики перспективных технологий ФГБУН «Институт прикладной механики РАН» (ИПРИМ РАН), содержится одно замечание: «На стр. 8 автореферата сказано, что в экспериментах значение характерных чисел Рейнольдса 10^4 , что обеспечивает автомодельность и подобие структуры потоков в модельной масштабной ВКС (М 1:25) и промышленной полноразмерной ВКС. Однако из материалов автореферата автомодельность исследуемых потоков никак не следует, т.к. все результаты исследований представлены в размерных единицах».

В отзыве на автореферат к.ф.-м.н. Чорного А.Д. – заведующего лабораторией турбулентности Государственного научного учреждения «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси», содержится три замечания: «1. Формулировки пунктов «Научная новизна основных положений...» (стр. 4), «На защиту выносятся...» (стр. 5), «Закключение» (стр. 20) носят крайне общий характер без указания конкретных достигнутых результатов, отличающих результаты соискателя от известных. Хотя на стр. 13 указывается на отсутствие периодических колебаний вихревого потока, и высказаны практические рекомендации по недопущению негативных условий по полноте выгорания топлива и процесса сжигания топлива в реальных вихревых камерах, также на стр. 15 рассмотрены условия, гарантирующие стационарность режима работы камер сгорания, на стр. 16 – условия предотвращения шлакования теплообменных поверхностей, на стр. 19 отмечается, что определен диапазон динамических условий и расхода для эффективного диспергирования жидкости пневматической форсункой и т.д. 2. Соискателем не указаны доверительные интервалы по полученным экспериментальным данным (например, рис. 11, 12, 17 автореферат) за исключением указания на стр. 11 «... что метод PIV обеспечивает приемлемую точность». 3. По тексту автореферата присутствуют орфографические и пунктуационные ошибки (например на стр. 5, 19)».

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Минаева С.С. - ведущего научного сотрудника ФГБУН «Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИПМ ДВО РАН), содержится одно замечание: «На Рисунке 12 приведена карта режимов с различной структурой потока. Даны комментарии к трем режимам I-III. Описание режима IV, приведенного на этом рисунке отсутствует. Следует дать пояснение отличия заштрихованных и незаштрихованных областей и определения границы, разделяющей эти области».

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Кузнецова Г.В. – профессора Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, содержится одно замечание: «В качестве замечания следует отметить терминологические неточности в ряде формулировок и словосочетаний, использующихся в тексте автореферата. Автор диссертации исследовал не многофазные потоки. Уголь не является какой-либо фазой воздуха или воды, если исходить из общепринятых в механике и теплофизике представлений о сплошной среде. Более целесообразно было использование словосочетаний «газокапельные потоки» или даже «гетерогенные потоки»».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация является одним из лидеров в области исследования

процессов в оборудовании для сжигания угольного топлива, в ней работают специалисты, которые могут дать полноценную экспертную оценку научной и практической значимости результатов работы (д.т.н. Рыжков А.Ф., д.т.н. Тупоногов В.Г., д.т.н. Мунц В.А., д.т.н. Дубинин А.М., д.т.н. Голдобин Ю.М. и др.). Официальные оппоненты д.ф.-м.н. Бородулин В.И. и д.ф.-м.н. Матвиенко О.В. являются признанными специалистами в области механики жидкости и газа и плазмы, в частности, в вопросах исследования вихревых закрученных течений. Оппоненты имеют научные работы в области, изучению которой посвящена диссертационная работа, опубликованные в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработана и обоснована методология экспериментального исследования характеристик вихревых и многофазных потоков в лабораторных моделях камер сгорания. Получен значительный массив экспериментальных данных по исследованию вихревых потоков в изотермических моделях камер сгорания и характеристик газокапельного потока. Впервые получены данные о распределении скорости и пульсаций скорости в объеме моделей исследуемых камер сгорания в широком диапазоне режимных параметров, данные о скорости и дисперсном составе газокапельного потока при распылении водоугольной суспензии пневматической вихревой форсункой. Соискателем предложены принципиальные технические решения и рекомендации для разработки перспективного теплоэнергетического оборудования.

Теоретическая значимость исследования обоснована вкладом в развитие механики жидкости и газа, связанным с расширением эмпирической базы знаний о характеристиках сложных потоков; получением достоверной детальной информации о структуре потоков, необходимой для верификации физико-математических моделей и валидации результатов моделирования процессов в перспективных устройствах.

Значимость полученных соискателем результатов для практики определяется возможностью применения полученных результатов при решении актуальных задач совершенствования технологий тепловой энергетики, использующих низкокачественное угольное топливо.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: проведенная статистическая обработка обеспечивает приемлемую неопределенность экспериментальных данных, полученных с использованием высокопроизводительных измерительных систем на основе хорошо зарекомендовавших себя бесконтактных методов диагностики многофазных потоков; сделанные выводы не выходят за пределы применимости методик; имеется удовлетворительная повторяемость результатов

экспериментов при идентичных параметрах; показано соответствие результатов измерений, полученных различными методами.

Соискатель внес определяющий вклад в создание экспериментальных стендов, постановку и проведение экспериментальных исследований, а также осуществленные с участием научного руководителя анализ результатов и подготовку публикаций. Результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Постановка решаемых задач проводилась диссертантом как лично, так и совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. О.В. Шарыповым.

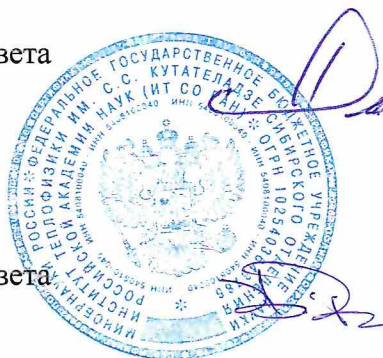
Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Шадрина Евгения Юрьевича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержатся новые результаты комплексных исследований вихревых и многофазных потоков в лабораторных моделях энергетического оборудования. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

На заседании 26 октября 2022 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Шадрину Евгению Юрьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по профилю специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета
профессор РАН



Алексеев Сергей Владимирович

Терехов Владимир Викторович

26 октября 2022 года