

Заключение диссертационного совета Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело №
решение диссертационного совета от 27 декабря 2017 года № 25

О присуждении Нефёдовой Марине Александровне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Энергосберегающие технологии при работе котлов малой мощности» по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение принята к защите 17 октября протокол № 21 советом Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2013 года № 452/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года № 126/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 года № 590/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 октября 2016 года 1342/нк.

Соискатель Нефёдова Марина Александровна 1988 года рождения, в 2011 году окончила Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция», в 2017 году окончила заочную аспирантуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». С 2013 года работает старшим преподавателем на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» по настоящее время.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Дацюк Тамара Александровна**, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра «Строительной физики и химии», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Хаванов Павел Александрович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, профессор;

Прохоров Сергей Григорьевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, доцент,
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» в своем положительном заключении указала, что по содержанию, актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Нефёдова Марина Александровна достойна присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 05.23.03. – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 14 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, общим объемом 10,437 п.л., лично автором 9,582 п.л., из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 4 общим объемом 2,187 п.л., лично автором 1,85 п.л.

Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. **Нефёдова, М.А.** Оптимизация работы котельного оборудования за счет применения новой схемы компоновки / М.А. Нефёдова // В мире научных открытий. Естественные и технические науки. – 2015. – № 8 (68). – С.134–145. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23837783>.

2. **Нефёдова, М.А.** Анализ технических характеристик современных газогорелочных устройств / М.А. Нефёдова // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – №5. – С.411–423. Режим доступа: http://ogbus.ru/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p411-423_NefedovaMA_ru.pdf.

3. **Нефёдова, М.А.** Анализ требований, предъявляемый к подбору котлоагрегата для каскадных котельных / М.А. Нефёдова // Электронный научный журнал «Естественные и технические науки». – 2015. – №11. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25304986>.

Патенты (патент на изобретение):

1. **Нефёдова, М.А.** Патент на изобретение «Инжекционная горелка низкого давления» № 2618137, Рос. Федерация; МПК F23D 14/10 (2006.01) / М.А. Нефедова, Е.А. Бирюзова, Мостафа Фазлави; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет» (ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ»). – № 2016115412; заявл. 20.04.2016; опубл. 02.05.2017, Бюл. № 13.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов:

1. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения **Алексей Геннадьевич Кочев**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– По представленному в автореферате внешнему виду разработанного газогорелочного устройства трудно судить об особенностях элементов конструкции горелки;

– Из текста автореферата не ясно, как определялся коэффициент избытка воздуха.

2. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры энергоснабжение, теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция, советник РААСН **Гвоздков Александр Николаевич**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В автореферате не приведен расчет всего газозоудушного тракта;

– Следовало бы уточнить габаритные размеры разработанного газогорелочного устройства и топочной камеры, для которой проводилось моделирование процессов горения;

– В автореферате (страница 13) зависимость (3), полученная по результатам расчета, характеризует концентрации окислов азота в зависимости от коэффициента избытка воздуха при сжигании газа, однако, обозначение шкалы – тепловая мощность, кВт?

3. ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», к.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика **Тарасенко Владимир Иванович**, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика **Шеногин Михаил Викторович**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В автореферате указано, что моделирование процессов горения, равно как и последующие экспериментальные исследования проводились для единственной модели водогрейного котла «NEVALUX-8230». Непонятно,

что в таком случае позволяет автору называть предложенное газогорелочное устройство универсальным и взаимозаменяемым, т.е. предполагать его успешное использование совместно с котлами других моделей и производителей?

– Из текста автореферата неясно. Возможно ли сжигание на предложенном автором газогорелочном устройстве сжиженного углеводородного газа (иностранные горелки, как правило, это позволяют при установке дополнительных форсунок)? Если возможно, то будет ли обеспечиваться энергосберегающий эффект от использования горелки?

4. ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжение и вентиляция **Ширяева Нина Павловна.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Автором широко используются термины «система каскадного подключения отопительных котлов», «каскадная схема компоновки котлов» неуместные в диссертационной работе, посвященной котельным. Словари определяют каскад как «группу последовательно соединенных однотипных устройств». Термины «система подключения отопительных котлов», «схема компоновки котлов» применяются к тепломеханическому оборудованию при проектировании раздела ТМ и характеризуют гидравлическую и тепловую схемы, размещение оборудования и его частей. В контексте же регулирования тепловой нагрузки уместно говорить о последовательном включении котлов в работу и о каскадном регулировании отпуска теплоты с помощью котельной автоматики. Впрочем, это весьма распространенная терминологическая ошибка, тиражируемая интернет-изданиями;

– Повторяется и другая терминологическая ошибка: «полнота процесса смесеобразования при значении коэффициента избытка воздуха $\alpha_1=0,6$ », страница 8; «коэффициент первичного избытка воздуха», с. 15; «коэффициент избытка воздуха α_1 , с. 17. Вместе с тем, α_1 – коэффициент расхода первичного воздуха, имеющий смысл коэффициента инжекции;

– В тексте автореферата имеются технические ошибки: Д.М. Хзиалян вместо Д.М. Хзмалян; на схеме компоновки котлов (рис. 15) ошибка в обозначении направления движения потока;

– Рис. 14 и формула (4) излишни, поскольку при изменении КПД котла на 0,18% (табл. 2) они ничего не добавляют к расчету по тривиальному соотношению:

$$B = \frac{Q}{Q_n^p \cdot \eta}$$

– На стр.13 реферата автор указывает, что количество вредных выбросов не превышает ПДК. Не ясно, какое значение ПДК автор имеет в виду (для атмосферного воздуха населенных мест или в соответствии с ГОСТ 30735-2001 ПДК для котельных установок).

5. ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», к.т.н., доцент кафедры теплотехника и теплосиловые установки **Крылов Виталий Иванович**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Из текста автореферата не ясно, какое приборное обеспечение было применено при анализе отходящих газов, связанных с определением NO_x, СО и бенз/а/пирена;

– Отсутствует описание применяемой методики определения потерь теплоты от нагретых поверхностей котла, по результатам которой были получены графические зависимости на рисунках 17 и 18;

– Отсутствует сравнительный анализ схем размещения котельного оборудования и не приведены данные о каскадные компоновки водогрейных котлов и ее преимуществах.

6. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», к.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплотехники и теплоэнергетики **Лебедев Владимир Александрович**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Вызывает сомнение, что разработка режимной карты обладает научной новизной, т.к. методы теплотехнических измерений и составления режимных карт котлов известны и широко применяются;

– Тема диссертационной работы «Энергосберегающие технологии при работе котлов малой мощности» довольно широка для рамок данного исследования и подразумевает все технологии в этой области знаний;

– Из приведенных выводов до конца не понятно, возможно ли применение результатов исследования к отечественным котлам других типов или только для котлов типа «NEVALUX».

7. АО «Газпром газораспределение Ленинградская область»
Заместитель генерального директора по капитальному строительству и инвестициям **Филинов Алексей Викторович.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Не высокое качество печати автореферата.

8. ООО «Хортэк-Сервис», генеральный директор, к.т.н., **Алешечкина Татьяна Владимировна.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В автореферате отсутствует оценка точности измерений и технические характеристики приборов, применяемых при выполнении исследований;

– В автореферате не расписана экономическая составляющая процесса разработки, установки и эксплуатации ГГУ нового образца.

9. Администрация Ленинградской области, заместитель председателя комитета по топливно-энергетическому комплексу Ленинградской области
Клецко Александр Владимирович.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Значительная часть выпускаемых газовых горелок, используемых в промышленности, позволяет использовать их для сжигания резервного топлива, например, СУГ. Из автореферата непонятно, возможна ли адаптация предлагаемой горелки к сжиганию резервного газообразного топлива (не природного газа).

10. Некоммерческое партнерство содействия развитию деятельности в сфере жизнеобеспечения населения Российской Федерации «Академия жилищно-коммунального хозяйства, бытовых услуг и экологии», к.т.н., доцент **Шалобаев Евгений Васильевич.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В автореферате и главе три диссертации недостаточно полно расписаны уравнения математических моделей, начальные и граничные условия рассчитываемых характеристик;

– В автореферате не приводится обоснование выбранных программных комплексов для построения математических моделей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и высокой компетентностью в данной отрасли науки, спецификой и актуальностью их основных работ, способностью определить научную ценность и практическую значимость диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана конструкция газогорелочного устройства инжекционного типа для котлов малой мощности, которая конструктивно отличается от импортного аналога наличием сегментного отвода переменного сечения, коллектора со сложным профилем внутренней поверхности, расположением огневых отверстий (шахматный порядок с одинаковым шагом; диаметр центральных отверстий 2 мм, боковых – 3 мм), которая обеспечивает равномерное поступление газозвушной смеси в топку котла и полноту сгорания и увеличивает эффективность сжигания газа на 3% (патент на изобретение № 2618137);

обоснован с использованием математического моделирования и экспериментальных исследований диапазон рациональных значений скорости выхода и давлений газозвушной смеси для газозвушного тракта газогорелочного устройства, которое включает сегментный отвод переменного сечения, коническую форму коллектора, «шахматную» схему расположения огневых отверстий разного диаметра; ориентацию боковых отверстий под углом 45° , обеспечивающих равномерный фронт пламени в топке котла и энерго–экологические показатели сжигания газозвушной смеси;

выполнен расчет методом моделирования горения газовоздушной смеси в топке котла «NEVALUX–8230» с использованием программных пакетов «STAR–CCM+» и «GRI–Mech 3.0» с учетом турбулентности потока, лучистого теплообмена, газового состава и динамики горения;

получены эмпирические зависимости, характеризующие качество сжигания газа: зависимость концентраций NO_x в топке котла от тепловой мощности и зависимость концентраций оксидов азота от коэффициента избытка воздуха;

составлена режимная карта для 8 режимов работы (10-30 кВт) котлоагрегата с разработанным газогорелочным устройством;

получены энерго–экологические характеристики работы котла с газогорелочным устройством разработанным автором, которые показали, что в пределах исследуемого диапазона тепловой нагрузки отсутствует химический недожог, снижены потери теплоты с уходящими газами до 5%, содержание вредных веществ в продуктах сгорания (максимальные концентрации оксидов углерода, оксидов азота и бенз/а/пирена) не превышают ПДК для котельных установок;

доказано, что эффективность сжигания газа при установке разработанной инжекционной газовой горелки в отопительные котлы малой мощности повышается на 3%, при обеспечении условий надежности и безопасности;

получен патент на изобретение «Инжекционная горелка низкого давления» № 2618137;

исследована экспериментально работа котельной с каскадной схемой регулирования работы котлов типа «NEVALUX–8230» отечественного производства с газогорелочным устройством разработанным автором;

предложено на основании проведенных исследований применение разработанного газогорелочного устройства в качестве взаимозаменяемого элемента для котлов малой мощности, которое по характеристикам не уступает импортному аналогу, что отвечает требованиям (условиям) импортозамещения.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

доказана корректность использования численных методов для исследования процессов аэродинамики газоздушных потоков при разработке элементов газогорелочного устройства и процесса горения газа в топке котлоагрегата, результаты расчетов подтверждены экспериментально, отличие концентраций NO_x в уходящих газах, полученных при численном расчете, от результатов натурных исследований менее 10%;

решена задача равномерного распределения скорости выхода газоздушного потока по длине газового коллектора в газовых горелках инжекционного типа, что повышает эффективность сжигания газа на 3%;

использованы современные методы экспериментальных исследований для определения количественных показателей работы газогорелочного устройства, методы математической статистики, программные средства «Ansys Fluent», «STAR-CCM+» и «GRI-Mech 3.0» для расчета аэродинамики газогорелочного устройства и процесса горения в топке котла;

изучено совместное влияние факторов, таких как габаритные размеры газогорелочного устройства, размеры отдельных элементов, форма и расположение газовыпускных отверстий на распределение скорости выхода газоздушной смеси и качество сжигания природного газа;

выполнена модернизация алгоритма расчета газогорелочных устройств инжекционного типа, усовершенствована схема компоновки тепломеханического оборудования в котельных малой мощности, позволяющая повысить КПД каждого котельного агрегата на 3%, по отношению к ранее применяемой схеме.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены при проектировании и реконструкции систем теплогазоснабжения, котельных в АО «Победа ЛСР» Производство № 1 (Ленинградская область, Кировский район, Никольское шоссе, участок № 55); в ФГКУ комбинат «Механизация» Росрезерва (Ленинградская область, Лужский район, п. Оредеж); в ООО НПП «Новые технологии телекоммуникаций» (Ленинградская область, Всеволожский район, п. Токсово, ул. Советов, д. 60) и в учебные процессы студентов по

направлениям подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Строительство» профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»;

обосновано использование математического моделирования для расчета аэродинамических характеристик инжекционных газогорелочных устройств низкого давления и процессов сжигания газозвдушной смеси;

реализован алгоритм расчета процесса горения газа в топке котла при установке разработанного автором газогорелочного устройства и экспериментально доказана корректность его применения, который заключается в использовании данных с сайта www.nasa.gov, разработки механизма химической кинетики и генерации таблиц в программе «GRI-Mech 3.0» и расчета в пакете «STAR-CCM +»;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию систем теплогазоснабжения, разработке методов повышения их энергоэффективности и энергосбережения, а также решения вопроса импортозамещения, за счет применения усовершенствованной схемы компоновки тепломеханического оборудования с использованием разработанного газогорелочного устройства инжекционного типа;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного оборудования и программных средств;

исследования основаны на современных методах механики жидкости и газа, вычислительной математике и математическом моделировании, результаты расчетов согласуется с экспериментальными данными, полученными соискателем;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта в области теплоснабжения, методов расчета и подбора газоиспользующего оборудования, анализе недостатков применяемых в настоящее время газогорелочных устройств;

использованы результаты исследований ведущих ученых по проблематике настоящей работы, сведения, имеющиеся в литературе в открытых источниках по теме диссертационной работы;

установлено, что полученные автором результаты являются новыми, их аргументация не противоречит качественно и количественно уже достигнутым другими исследователями результатам, а уточняют и дополняют их;

использованы современные процедуры обобщения и систематизации информации по отечественным и зарубежным литературным источникам, нормативным документам и электронным информационным страницам сети «Интернет».

Личный вклад соискателя состоит в выборе актуальной темы; в самостоятельной формулировке научно-практической цели диссертационного исследования; в постановке и решении задач диссертационного исследования; в проведении вычислительных и натурных экспериментов; в формулировании выводов и рекомендаций, подготовке научных трудов и патента по теме диссертации.

На заседании 27 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Нефёдовой Марине Александровне ученую степень кандидата технических наук.

Диссертация Нефёдовой Марины Александровны соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

В диссертационной работе Нефёдовой Марины Александровны на соискание ученой степени кандидата технических наук отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Диссертация Нефёдовой Марины Александровны на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, а именно: получение теоретических зависимостей, результатов численного моделирования, уточняющих существующие методы расчета конструкций

газогорелочных устройств инжекционного типа и параметры его работы, отвечающие современным требованиям по энергосбережению и энергоэффективности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук, по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за присуждение ученой степени кандидата технических наук Нефёдовой Марине Александровне: за 14, против нет, недействительных бюллетеней 1.

На основании тайного голосования 27 декабря 2017 года диссертационный совет Д 212.223.06 присудил Нефёдовой Марине Александровне ученую степень кандидата технических наук.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

диссертационного совета

Д 212.223.06

доктор технических наук,
профессор



ВАСИЛЬЕВ В.М.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

диссертационного совета

Д 212.223.06,

кандидат технических наук,
доцент

Пухкал В.А.

ПУХКАЛ В.А.