

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» канд. техн. наук



М. В. Цхе

27 апреля 2018 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Ермолаева Антона Николаевича «Повышение эффективности работы систем газового инфракрасного обогрева производственных помещений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

На современном этапе развития науки в Российской Федерации накоплен значительный объем исследований, посвященных проблеме рационального использования энергетических ресурсов в производственной, бытовой и научно-технической сферах. Для практической реализации результатов были разработаны программы по повышению энергоэффективности как на уровне отдельных предприятий, так и на уровне муниципалитетов, регионов и Федерации.

Несмотря на достаточно большой практический опыт, накопленный в области энергосбережения в рамках этих программ, многие вопросы по-прежнему остаются актуальными и требуют научной проработки.

Решению одного из таких актуальных вопросов - повышению эффективности работы систем газового инфракрасного обогрева производственных зданий - посвящена диссертационная работа Ермолаева Антона Николаевича.

В настоящее время для создания и поддержания требуемого теплового режима в производственных помещениях используется завышенное количества излучателей, при этом размещение их в объеме помещений зачастую выбирается некорректно. Кроме того, практика эксплуатации газовых инфракрасных излучателей выявила ряд недостатков, таких как, например, высокие затраты тепловой энергии на радиационно-конвективный теплообмен с верхней зоной помещения, что приводит к нарушению требований эксплуатации ограждающих конструкций, расположенных в непосредственной близости.

Как результат - повышенные капитальные и эксплуатационные затраты, неравномерная облученность объема помещений.

Это связано с отсутствием в России стандартизированной методики проектирования систем радиационного отопления с газовыми инфракрасными излучателями. В связи с этим проблема совершенствования газовых горелок инфракрасного излучения (ГГИИ) и разработки методики их проектирования является весьма актуальной и находится в сфере приоритетных направлений науки, технологий и техники РФ «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» и критических технологий РФ «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии».



Целью рассматриваемой диссертационной работы Ермолаева А.Н. является повышение эффективности работы высокотемпературных газовых горелок инфракрасного излучения за счет сокращения их тепловых потерь при обеспечении теплового режима в объеме производственного помещения.

Для достижения поставленной цели автором определены следующие задачи исследования: выполнить исследование современного состояния систем газового лучистого отопления (ГЛО); разработать новые эффективные технические решения, направленные на рекуперацию тепла продуктов сгорания и снижение тепловых потерь конструкцией современного высокотемпературного газового инфракрасного излучателя; провести экспериментальные исследования работы ГГИИ на базе производственных зданий; разработать многопараметрическую модель производственного помещения, обогреваемого высокотемпературными ГГИИ, с последующим численным исследованием и верификацией; на основе численных и экспериментальных исследований определить эффективность высокотемпературных ГГИИ и установить зависимости формирования воздушно-теплового режима в объеме помещения, применимые в практике проектирования систем ГЛО; предложить методику проектирования высокотемпературных ГГИИ.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (152 наименования), четырех приложений и представлена на 191 странице. Содержит 62 рисунка и 17 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность работы по повышению эффективности обогрева производственных помещений системами газового лучистого отопления (ГЛО) на базе газовых горелок инфракрасного излучения (ГГИИ), формулируются цель и задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведены результаты анализа исследований систем ГЛО, конструктивных схем ГГИИ типовых моделей. Показано, что перспективными в плане энергосбережения являются высокотемпературные излучатели. Сделан вывод о том, что для расширения внедрения в практику ГГИИ и повышения эффективности их работы необходимо провести исследования возможности снижения доли лучисто-конвективной теплоотдачи в зону, расположенную выше излучателей.

Во второй главе на основании решения уравнений теплового баланса определена эффективность работы типовой модели высокотемпературного ГГИИ и с использованием предлагаемых автором технических решений. Показано, что применение предложенных автором технических решений на 7...10% увеличивает интенсивность теплового потока, переданного в рабочую зону помещения и, следовательно, повысить эффективность работы высокотемпературного излучателя.

В третьей главе приведены результаты разработки конечно-элементной многопараметрической модели системы газового инфракрасного обогрева, содержащей источник излучения и поверхности облучения, с использованием разработанного автором экспериментального стенда. Рассмотрены типовая модель ГГИИ мощностью 5 кВт, изолированная модель мощностью 10 кВт и усовершенствованная модель мощностью 5 кВт. Результаты математического моделирования тепломассообмена в условиях, воспроизводящих реальные условия работы высокотемпературной ГГИИ, согласуются с экспериментальными данными стендовых испытаний.

В четвертой главе приведены результаты испытаний излучателей на стенде в реальных условиях производственного помещения. Получены зависимости, описывающие формируемый в зоне на высокотемпературными ГГИИ тепловой режим от времени, тепловой мощности и конструктивного решения излучателя. Показано, что предложенные технические решения позволяют решить проблему перегрева верхней зоны помещения и, таким образом, обеспечить оптимальный тепловой режим помещения за счет снижения потерь конструкцией излучателя и вторичного использования энергии.

Проведен анализ работы систем ГЛО на базе действующих производственных помещений. Показано завышение мощности всех ГГИИ по сравнению с требуемыми значениями и некорректное размещение ГГИИ, что вызывает необходимость пересмотра и корректировки принципов проектирования систем ГЛО.

В пятой главе предложена методика проектирования высокотемпературных ГГИИ, проведена ее апробация, проведен расчет экономической эффективности. Проведено повторное проектирование высокотемпературных ГГИИ производственного помещения, в результате чего показано, что предложенный автором метод позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты почти на 1.5 млн. руб.

Результаты работы внедрены АО «Сибшванк» с экономическим эффектом свыше 96 млн. руб.

В заключении приведены сформулированные по результатам диссертационной работы выводы.

В приложениях представлены результаты численных и экспериментальных исследований, акты об использовании результатов, патент на полезную модель.

Научная новизна исследований

Научная новизна работы заключается в следующем. Автором на основе математического моделирования разработаны многопараметрические модели газового инфракрасного обогрева производственного помещения, описывающие закономерности формирования воздушно-теплого режима при работе высокотемпературных газовых инфракрасных излучателей и позволяющие оценить работоспособность и эффективность технических решений на стадиях конструирования и проектирования; установлены зависимости, описывающие распределение плотности теплового потока и температурных полей в объеме производственного помещения при различной тепловой мощности высокотемпературных газовых горелок инфракрасного излучения и их высоты подвеса; предложены новые технические решения высокотемпературных газовых инфракрасных излучателей, позволяющие повысить эффективность их работы и исключить образование циркуляционной области горячего воздуха в верхней зоне отапливаемого помещения за счет частичной рекуперации тепла уходящих газов и сокращения тепловых потерь; составлены уравнения теплового баланса высокотемпературных излучателей, учитывающие движение продуктов сгорания и теплообмен с их участием.

Достоверность работы обеспечивается использованием сертифицированного поверенного измерительного оборудования; использованием лицензионных программных продуктов; применением апробированных математических моделей; согласованием результатов численных и экспериментальных исследований; согласованием результатов работы автора с результатами других исследователей.

Теоретическая и практическая значимость работы. Предложены технические решения излучателей. Установлена зависимость распределения температуры по высоте

перфорированного керамического насадка современной высокотемпературной ГГИИ. Получена зависимость диаметра теплового пятна под ГГИИ от тепловой мощности. Определены оптимальные высоты подвеса высокотемпературных излучателей в помещении. Предложена методика проектирования высокотемпературных излучателей.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в возможности использования результатов автора проектными и эксплуатирующими организациями для конструирования высокотемпературных ГГИИ, проектирования и эксплуатации систем ГЛО производственных зданий.

Личный вклад соискателя заключается в следующем: проведен анализ современного состояния систем газового лучистого отопления; выполнен обзор существующих типовых конструкций газовых горелок инфракрасного излучения и методов их проектирования для отопления крупногабаритных зданий и сооружений, отмечены их достоинства и недостатки, определены технические решения повышения эффективности, сформулированы цели и задачи работы; разработан план проведения экспериментальных исследований с последующей реализацией и математической обработкой полученных результатов; на основе анализа и обобщения результатов выполненных экспериментальных исследований теплопереноса в условиях работы газовых инфракрасных излучателей разработана математическая модель этих процессов, отличающаяся от известных аналогов описанием совместно протекающих химических реакций в камере сгорания излучателя и турбулентности при оценке конвективного теплообмена; проведены численные исследования теплообмена и горения при работе газовых инфракрасных излучателей, на основе которых установлены эффективные высоты подвеса и шаг расстановки излучателей в объеме производственного помещения; в производственных условиях апробированы предлагаемые автором технические решения высокотемпературных газовых инфракрасных излучателей и методика их проектирования; сформулированы и обоснованы выводы по работе.

Реализация результатов работы. С использованием предложенной методики проектирования высокотемпературных ГГИИ проведена реконструкция системы ГЛО производственного помещения территориальной фирмы «Мостоотряд-36» АО «Мостострой-11». В результате капитальные и эксплуатационные затраты снизились на 1 млн. 499, 726 тыс. руб. Результаты внедрены АО «Сибшванк», затраты на систему газового лучистого отопления сократились на 96,481 тыс. руб.

Апробация работы.

По теме диссертационной работы А.Н. Ермолаева опубликовано 13 научных работ, в том числе 5 статей в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки РФ для опубликования основных результатов диссертации, 2 статьи в изданиях, индексируемых Scopus. Получен патент на полезную модель RU 167233.

Результаты диссертационной работы докладывались в период 2013 ... 2017 гг. на региональных, окружных, всероссийских и международных конференциях, форумах и конкурсах в городах Тюмень, Ульяновск, Казань, Томск.

Диссертационная работа Ермолаева Антона Николаевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научно-техническая задача повышения эффективности обогрева производственных помещений с использованием систем лучистого отопления.

Работа написана грамотно, литературным языком, материал изложен логически последовательно, аргументировано. Сохраняется связь между поставленными в работе задачами и результатами их решения. Выводы по отдельным главам и в целом по диссертации однозначно определяются изложенным материалом. Соискателем использованы принятые научные и инженерные термины, подробно описаны методики и результаты численных и экспериментальных исследований.

Автореферат диссертации полностью отражает все основные научные положения, результаты и выводы диссертации.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. В литературном обзоре по теме диссертации (глава 1) отсутствует анализ цикла работ, выполненных научным руководителем соискателя Куриленко Николаем Ильичем по разработке научно-технических основ формирования микроклимата промышленных объектов с системами отопления на базе газовых инфракрасных излучателей.

Вместе с тем работы, выполненные соискателем, вносят существенный вклад в дальнейшее развитие физических и математических моделей, лежащих в основе формирования микроклимата производственных помещений с использованием высокотемпературных газовых инфракрасных излучателей.

2. Потери тепла наружной поверхностью новой изолированной конструкции излучателя отсутствуют (табл. 2.1, стр. 52 диссертации), что недостаточно обосновано.

3. При расчете теплопередачи через стены цеха, изготовленных их сэндвич-панелей (стр. 70 диссертации), расчетная теплопроводность утеплителя из пенополиуретана принята равной $0,019 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, что, на наш взгляд, не соответствует условиям эксплуатации.

Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости представленных в диссертационной работе Ермолаева А.Н. результатов исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Рассматриваемые в диссертационной работе вопросы соответствуют формуле и области исследований (п. 1 «Совершенствование, оптимизация и повышение надежности систем теплогасоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования, методов их расчета и проектирования. Использование нетрадиционных источников энергии»; п. 2 «Технологические вопросы теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха»; п. 3 «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований систем теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения, освещения, защиты от шума») паспорта специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические).

ВЫВОДЫ

Диссертация Ермолаева А.Н. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной по актуальной тематике и обладающей научной новизной и практической значимостью. Автореферат и диссертация прекрасно оформлены. По содержанию и представленным результатам диссертация отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, соответствует специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Автор диссертации, Ермолаев Антон Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на расширенном научном семинаре кафедры Теплогазоснабжение Томского архитектурно-строительного университета 29 марта 2018 года, протокол № 7.

Отзыв составили: заведующий кафедрой Теплогазоснабжение
доктор технических наук,
профессор

Цветков Николай Александрович

20 апреля 2018 г.

05.23.08. – Технология и организация промышленного и гражданского строительства.

Профессор кафедры Теплогазоснабжение
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Немова Татьяна Николаевна

20 апреля 2018 г.

01.02.05. – Механика жидкости, газа и плазмы.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ).

Адрес: Россия, Сибирский федеральный округ, Томская область, 634003, г. Томск, пл. Соляная, д.2

Телефон: (382) 265-39-67(382) 265-42-81

Факс: (3822) 65-24-22

Электронная почта: rector@tsuab.ru

Веб-сайт: www.tsuab.ru

Подписи профессоров Цветкова Н.А. и Немовой Т.Н. заверяю:

Начальник управления кадрами



Н.И. Сурмава