



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.И. Вернадского»
(ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»)
проспект Академика Вернадского, 4
г. Симферополь, 295007
Тел.: +7(3652) 54-50-36
E-mail: cfvu@crimeaedu.ru
<http://cfuv.ru>

18.01.2023 № 11113/11/6-10

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной
деятельности

ФГАОУ ВО «КФУ им.
В.И. Вернадского», д.м.н.,
профессор

А.В.Кубышкин
01 2023 г.



ОТЗЫВ ведущей организации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского» (КФУ им. В.И. Вернадского)**

**на диссертационную работу Смыкова Александра Анатольевича
«Тепловой и температурный режим производственных помещений с
системами отопления на базе инфракрасных излучателей»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение**

Для отзыва предоставлены автореферат и диссертация, состоящая из введения, четырёх глав, выводов, списка литературы из 128 наименований, списка публикаций автора по теме диссертации и шести приложений. Работа изложена на 174 страницах машинописного текста и включает 74 рисунка и 35 таблиц.

Актуальность темы диссертации

В настоящее время невозможно не стремиться к энергоэффективности, энергосбережению и экономии энергоресурсов. Известно, что промышленное производство является двигателем экономического роста и, вместе с тем, одним из наибольших потребителей энергоресурсов, где значимая часть баланса потребления отводится на отопление производственных площадей. Известные и наиболее широко распространённые схемы водяного конвекционного отопления производственных помещений могут быть неэффективными или экономически не целесообразными в условиях малой доли площади, подлежащей обслуживанию персоналом, от общей площади цеха, где, тем не менее, необходимо поддерживать допустимые параметры рабочей зоны. В таких условиях работа соискателя, посвященная научным и методологическим практическим и

теоретическим основам применения инфракрасных излучателей, видится актуальной и перспективной.

Также, об актуальности темы исследования говорит серия грантов, как региональных, так и всероссийских, полученных соискателем во время ее разработки (договора 15003ГУ/2019 от 31.01.2020, 316-06-16-60а/21 от 10.11.2021 и #Г-5 от 02.12.2021).

Структура и содержание диссертации

Во введении автор приводит обоснование актуальности работы, формулирует основные цели и задачи исследования, приводит полученную научную новизну, практическую и теоретическую значимость полученных результатов, обозначает положения, выносимые на защиту, и приводит сведения об апробации результатов работы.

В первой главе автор проводит качественный анализ научно-технического состояния проблематики обеспечения параметров микроклимата при помощи энергоэффективных систем лучистого отопления – приводит используемые в практике закономерностей лучистого теплообмена, используемые классификаций систем и приборов лучистого отопления, способы анализа состояния человека и условий комфортности при инфракрасном отоплении, методики расчёта и проектирования лучистых систем отопления на базе инфракрасных излучателей.

Вторая глава посвящена рассмотрению основных методик расчёта теплового режима помещений с системами отопления на базе инфракрасных излучателей и предложена уточнённая система уравнений, описывающая тепловой режим помещения с лучистой системой отопления, решение которой, позволяет с определять температурные характеристики конкретного наружного ограждения и воздуха в помещении в холодный период года. Также в ходе второй главы представлена уточнённая методика расчёта требуемых теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций помещений с лучистыми системами отопления – предложено введение поправочного коэффициента для определения требуемого сопротивления теплопередаче от внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций, в помещениях, оборудованных лучистым отоплением.

В третьей главе автор приводит описание пяти серий экспериментальных исследований, позволяющих всесторонне оценить предлагаемые автором технологии и методики, а именно:

- эксперимент № 1 – исследование теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей;
- эксперимент № 2 – исследование лучистых характеристик водяных инфракрасных излучателей;
- эксперимент № 3 – исследование теплового режима в помещениях с системами отопления на базе водяных инфракрасных излучателей;
- эксперимент № 4 – исследование температурного режима в помещениях, оборудованных системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей;
- эксперимент № 5 – исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в помещениях с системами отопления на базе водяных инфракрасных излучателей.

В результате исследований получены качественные и достоверные характеристики, зависимости и данные, позволяющие сделать выводы о значительном повышении энергоэффективности применения водяных инфракрасных излучателей за счёт более равномерного температурного режима в помещении, снижения трансмиссионных теплопотерь, уменьшения общей тепловой инерции системы отопления.

В четвертой главе втором предложены конкретные практические рекомендации по проектированию системы лучистого отопления на базе низкотемпературных инфракрасных излучателей и приведено экономическое обоснование их применения. Также, для определения экономически-обоснованного утепления контура здания, на основе расчёта срока окупаемости капитальных затрат на устройство утепления, была разработана блок-схема, позволяющая в краткие сроки принять решение о необходимости изменения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций цехов предприятий.

Диссертационная работа оформлена в соответствии требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям, текст написан грамотным техническим языком. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов

В анализируемой диссертационной работе была корректно поставлена цель исследования, которая состоит в повышении эффективности работы лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей путём разработки новой научно-обоснованной методики моделирования теплового и температурного режимов в помещениях и наружных ограждающих конструкциях производственных зданий. Данная цель согласуется как с названием диссертации, так и с поставленными задачами, всей структурой диссертации, полученными результатами и научной новизной.

Цель диссертационной работы корректно реализована и раскрыта через решение конкретных задач, которые точно сформулированы и логически структурированы соискателем:

- 1) разработка новой теплофизической модели процессов теплопередачи в помещениях с системами лучистого отопления;
- 2) разработка методики определения требуемых теплофизических свойств наружных ограждающих конструкций производственных помещений, оборудованных системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей;
- 3) разработка методики испытания водяных инфракрасных излучателей;
- 4) проведение экспериментальных лабораторных исследований по определению теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей;
- 5) проведение анализа особенностей формирования теплового и температурного режимов производственных помещений, оборудованных системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей;
- 6) проведение экспериментальных исследований основных закономерностей формирования теплового режима наружных ограждающих конструкций в помещениях, оборудованных системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей;

7) разработка новой методики проектирования систем лучистого отопления производственных помещений на базе водяных инфракрасных излучателей.

Предметом исследований является тепловой и температурный режим в помещениях производственных зданий, оборудованных системой отопления на базе водяных инфракрасных излучателей.

Объектом исследования являются системы отопления производственных зданий на базе водяных инфракрасных излучателей.

Научная новизна

Проведенные автором исследования позволили качественно описать процесс отопления производственных цехов с помощью водяных инфракрасных излучателей, а именно соискатель разработал физико-математическую модель процессов теплопереноса в производственных помещениях, оборудованных системами лучистого отопления, разработал методику расчёта теплового режима ограждающих конструкций производственных помещений на основе полученных зависимостей распределения плотности потока от инфракрасных излучателей, разработал и апробировал в натурных условиях методику исследований и определения достоверных теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей. Также соискатель теоретически-экспериментальным методом получил закономерности формирования температурного режима производственных помещений, оборудованных системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей, которые позволяют снизить градиент температуры по высоте помещения, по сравнению с конвективным отоплением.

Практическая значимость

Автором, в результате исследований, удалось уточнить методику расчета систем лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей, позволяющей достигать снижения расхода тепловой энергии. Также разработаны рекомендации по расположению инфракрасных излучателей в объеме помещения.

Также, о практической значимости результатов исследований свидетельствует их применение при проектировании, монтаже и эксплуатации систем лучистого отопления, с использованием достоверно полученных теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей марок Helios 750 и Flower 125 на существующем промышленном объекте.

Апробация работы

По материалам диссертационного исследования автором опубликовано 53 научные работы; в том числе 10 статей в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 2 статьи в издании, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science. Получено одно свидетельство о регистрации результатов интеллектуальной деятельности, охраняемых в режиме коммерческой тайны («НОУ-ХАУ»).

Результаты и основные положения проведённых исследований докладывались и обсуждались в рамках ряда конференций, в т.ч: 8 – регионального уровня; 10 – всероссийского уровня, 15 – международного уровня.

Замечания по диссертационной работе

1. В пункте «Достоверность работы» указано, что были приняты допущения при проведении эмпирических исследований, которые обеспечены анализом погрешностей, однако в работе не указано, по каким параметрам и методикам

осуществлялось подтверждение достоверности. Также приведенная информация по планированию эксперимента (п. 3.1), не подтверждена расчетом необходимого числа экспериментов, которые бы обеспечивали заданную точность полученных результатов.

2. Не совсем ясно, почему таблица 2 стр. 19 автореферата называется «Удельная мощность исследуемых измерителей при фиксированных значениях температуры», а приводятся исключительно экономические показатели - капитальные и эксплуатационные затраты. При этом исследование посвящено именно лучистому отоплению с выходом на рекомендации по монтажу, расчету, эксплуатации. Также в работе нет достаточного обоснования, почему эффективность оценивается на основе сопоставления с конвективным отоплением. В работе автор отверг конвективное виду того, что тепловой поток поднимается вверх, а при лучистом вниз. То есть сравниваются две системы с принципиально разными конструктивными особенностями и техническими условиями функционирования, хотя логично было бы сравнить системы лучистого (низкотемпературного, высокотемпературного (в том числе газовые, электрические) отопления);

3. Для определения требуемого сопротивления теплопередаче от внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций в помещениях, оборудованных лучистым отоплением, вводится поправочный коэффициент «*n*». В связи с этим желательно было указать, в каких пределах он изменяется и каким образом им можно пользоваться, возможно, что численное значение изменяется в зависимости от некоторых технических условий.

4. Из описания системы уравнений 2.8-2.16, 2.17-2.24 не ясно как учитывается конвекционная составляющая теплоотдачи излучающих панелей в тепловом балансе помещений;

5. Из результатов эксперимента №3 не ясно, как влияет изменение плотности теплового потока излучателя при снижении температуры теплоносителя, проходящего поочередно несколько излучателей, на тепловой режим помещения и учтено ли это влияние в методике проектирования системы (п. 4.1). Также желательно было бы привести метрологический анализ экспериментальных исследований;

6. Не совсем ясно из текста диссертации, как можно объяснить значительное снижение срока окупаемости на обустройство утепления контура здания с 30 лет до 22-25 лет для толщины слоя утеплителя 2-10 см по городам Красноярск, Заволжье, Орск, Сургут (имеется провал показателей).

Однако, указанные замечания, не снижают новизну и достоверность проведенных автором исследований, а также общего положительного впечатления от работы.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплового режима наружных ограждающих конструкций в помещениях с лучистыми системами отопления могут послужить основой для актуализации существующих нормативных документов в сфере создания энергоэффективных пассивных и активных систем обеспечения параметров микроклимата, сферах энергосбережения и тепловой защите зданий.

Результаты исследований могут быть применены в прикладной и научно-педагогической деятельности. Для производственных процессов – при обосновании выбора конкретных инженерных решений систем обеспечения параметров микроклимата на промышленных объектах, при решении задачи снижения общего потребления теплоты в рамках промышленного комплекса. Для проектных организаций – при проектировании энергоэффективных систем лучистого отопления. Для педагогической деятельности – при проведении лабораторных и практических работ по строительной теплотехнике, отоплению.

Соответствие диссертации научной специальности

Область исследования диссертационной работы соответствует требованиям паспорта специальности ВАК РФ: 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение:

- п. 1 «Климатологическое обеспечение зданий. Тепломассообмен и гидроаэромеханика систем теплогазоснабжения и вентиляции, тепло и холодогенерирующего оборудования, ограждающих конструкций. Исследования теплового, воздушного, влажностного режимов помещений, зданий и сооружений»;
- п. 2 «Технологические задачи теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, разработка методов энергосбережения систем и элементов теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений. Очистка и расчет рассеивания загрязняющих веществ от вентиляционных выбросов»;
- п. 3 «Разработка и совершенствование систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, разработка методов энергосбережения систем и элементов теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений, аспирации и пневмотранспорта, включая использование альтернативных, вторичных и возобновляемых источников энергии; развитие методов моделирования многофазных потоков и динамических процессов в аэродисперсных системах»;
- п. 5 «Разработка и развитие экспериментальных методов исследований, анализа и обработки экспериментальных данных, процессов в системах теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума, зданий и сооружений».

Заключение

Диссертационная работа Смыкова А.А. на тему «Тепловой и температурный режим производственных помещений с системами отопления на базе инфракрасных излучателей» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, а также соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Смыков Александр Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Диссертационная работа Смыкова А.А. и отзыв ведущий организации заслушаны, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры «Инженерные системы в строительстве» института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (протокол № 2 от 17 января 2023 года).

Профессор, профессор кафедры «Инженерные системы в строительстве», доктор технических наук по специальности 05.11.17 — «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Федюшко Юрий Михайлович

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федюшко Юрий Михайлович

Доцент кафедры «Инженерные системы в строительстве», кандидат технических наук по специальности 2.1.3. (05.23.03) — «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Ангелюк Илья Павлович

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ангелюк Илья Павлович

Я, Кубышкин Анатолий Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной деятельности ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Кубышкин Анатолий Владимирович

Личные подписи профессора кафедры инженерных систем в строительстве, доктора технических наук, проф. Федюшко Ю.М., доцента кафедры инженерных систем в строительстве Института «Академия строительства и архитектуры» кандидата технических наук Ангелюка И.П., доктора медицинских наук, профессора, проректора по научной деятельности ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Кубышкина А.В., удостоверяю:

Ученый секретарь ученого совета
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет им. В.И. Вернадского»,
кандидат филологических наук, доцент



Л.М. Митрохина

« 18 » 01 2023 г.