

В диссертационный совет 24.2.380.03
Санкт-Петербургского
государственного архитектурно-
строительного университета

ОТЗЫВ

Официального оппонента Кочева Алексея Геннадьевича на диссертационную работу **Суханова Кирилла Олеговича** на тему **«Обеспечение теплового режима отапливаемых помещений плинтусными системами водяного отопления»**, представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Актуальность диссертационной работы.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности систем теплоснабжения жилищного сектора в целом и систем отопления жилых зданий в частности, что закреплено законом №190-ФЗ «О теплоснабжении». Решение данных задач осуществляется сокращением энергопотребления при обеспечении нормируемых параметров микроклимата в помещениях, существующих и возводимых жилых и общественных зданий. Теплоснабжение жилищного сектора является одним из наибольших потребителей энергоресурсов страны,

В современных жилых и общественных зданиях всё чаще находит применение плинтусные системы водяного отопления. Такие системы обеспечивают комфортные параметры в помещениях за счёт повышения радиационной температуры. Отопительные приборы плинтусного типа используются в зданиях с панорамными окнами наряду с другими типами конвекторов.

Для обеспечения воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий используется естественный приток наружного воздуха. Это приводит к поступлению в зону обслуживания воздуха с температурой и скоростью, которые часто не соответствуют нормативным требованиям параметров микроклимата.

Зарубежный опыт показал эффективность применения систем плинтусного водяного отопления в жилых зданиях. В России исследованию современных конструкций плинтусных приборов, несмотря на их применение, посвящено мало работ. Поэтому в работе были проведены детальные исследования этих систем.

Тематика диссертации имеет важное практическое значение, поэтому актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

Научная новизна работы, достоверность результатов и степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.

Научная новизна результатов исследований заключается в достижении следующих результатов:

- получена достаточная сходимость результатов исследования процессов формирования температуры внутренних поверхностей ограждений при применении плинтусных систем отопления по результатам лабораторных экспериментов и численного моделирования, выполненного с использованием программного комплекса Star-CCM+;

- на основе разработанных численных моделей плинтусных систем отопления получены закономерности формирования параметров микроклимата в жилых помещениях системой водяного плинтусного отопления и системами естественной приточной вентиляции;

- разработана численная модель испытательной камеры, которая позволяет проводить виртуальные испытания отопительных приборов различного типа;

- в результате анализа экспериментальных и теоретических исследований получены зависимости для определения теплового потока водяных конвекторов плинтусного типа.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием фундаментальных положений расчёта характеристик системы плинтусного отопления, методов математического анализа с применением современного программного обеспечения, современных методов исследований, правомочностью принятых допущений, а также удовлетворительной сходимостью результатов теоретических исследований на основе численного моделирования с экспериментальными данными лабораторных исследований.

В качестве **обоснованности** следует отметить высокую практическую ценность работы, конечным результатом которой являются предложенные автором:

- условия применения систем водяного плинтусного отопления;
- рекомендации по конструированию и расчёту систем отопления с плинтусными конвекторами;
- модель камеры для виртуальных испытаний водяного плинтусного конвектора.

Полученные результаты научных исследований внедрены: на АО «Фирма Изотерм» (г. Санкт-Петербург) при разработке рекомендаций по применению плинтусных конвекторов типа ПЛК; в учебный процесс кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Практическая и теоретическая значимость диссертационной работы.

Представленные в диссертационной работе теоретические и практические положения, выводы и рекомендации обоснованы и базируются на исследованиях отечественных и зарубежных авторов. Это подтверждается использованием в качестве теоретических и методологических основ общепринятых научных подходов в области численного моделирования, экспериментальных исследований процессов формирования и распределения полей основных параметров микроклимата в помещениях.

Теоретическая значимость работы автора заключается в разработке численных моделей тепловых процессов, происходящих в отапливаемых помещениях с плинтусными приборами конвекторного типа и естественном воздухообмене помещений, что позволило предложить разработанную численную модель плинтусных систем отопления для виртуальных испытаний отопительных приборов различного типа, также автором получены новые зависимости для определения удельный тепловых потоков плинтусных конвекторов марки ПЛК.

С практической стороны, в результате исследований, автором разработана рекомендации по конструированию и расчёту систем водяного плинтусного отопления для помещений жилых и общественных зданий; уточнена методика инженерного расчёта и подбора плинтусных приборов отопления в зависимости от гидродинамических и тепловых характеристик, применяемая для различных регионов Российской Федерации; даны технические решения по размещению плинтусных конвекторов ПЛК в помещениях жилых и общественных зданий.

Разработанные автором методика подбора конвекторов и методический подход к конструированию и расчёту плинтусных систем водяного отопления внедрены в инженерную практику проектных и монтажных предприятий Санкт-Петербурга.

Оценка содержания диссертации.

Диссертация состоит из введения, 5-и глав с выводами по каждой из них, заключения и 2 приложений, содержит 133 страницы печатного текста и 2

страницы приложений, 7 таблиц, 81 рисунок и список литературы из 128 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, приведена научная новизна исследования, представлена практическая значимость полученных результатов, а также приведены сведения об апробации и публикациях.

В первой главе приведена классификация плинтусных отопительных приборов конвекторного типа; изучен тепловой комфорт в помещении при применении систем плинтусного отопления. Проанализирован опыт использования систем водяного плинтусного отопления.

Во второй главе разработана схема экспериментальной установки; проведены лабораторные исследования системы водяного плинтусного отопления; получена зависимость теплового потока отопительного прибора от относительного температурного напора; проведена тепловизионная съемка ограждающих конструкций в помещении с работающей системой плинтусного водяного отопления; получено распределение температуры поверхности стены и пола при работе системы; выполнено численное моделирование исследуемого конвектора, размещенного в лаборатории; доказана адекватность численной модели.

В третьей главе разработана численная модель системы водяного плинтусного отопления с конвектором «Best Board» в жилом помещении с подачей приточного воздуха через регулируемые оконные створки с параллельным смещением; проанализированы термограммы потока воздуха от окна и термограммы внутренней поверхности наружной стены; получены температурные поля в помещении; разработана численная модель системы водяного плинтусного отопления с конвектором ПЛК в жилом помещении при одинарной и двойной установке плинтусного конвектора на наружной стене.

В четвертой главе разработана численная модель испытательной камеры с расположенным в ней плинтусным отопительным прибором конвекторного типа; проведено исследование зависимости теплового потока плинтусного конвектора от расхода теплоносителя и температурного напора; получено изменение температуры воздуха по высоте камеры (в центре) при различных температурах охлаждаемых поверхностей.

В пятой главе приведены рекомендации по проектированию систем водяного плинтусного отопления с отопительными приборами конвекторного типа.

В заключении представлены основные итоги диссертационного исследования, даны рекомендации к применению результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также обозначены перспективы и направления дальнейшей разработки тематики диссертационного исследования.

Замечания по диссертационной работе.

1. Неудачное название диссертации, так как предполагается обеспечение теплового режима в жилых, общественных, производственных зданиях и АБК с разными видами вредных выделений и тяжестью выполняемой работы, но этого нет в представленных исследованиях.
2. Автор принял за основу оценку комфортности обстановки в помещениях жилых зданий по ГОСТ Р ИСО 7730-2009 [11], основанной на статистических данных ощущений людей, взятых из европейских норм для стран с более мягким климатом, чем в России, но не уделил должного внимания графоаналитическим методам определения условий комфортности в помещениях, разработанным отечественными учёными.
3. В работе не представлены исследования распределения параметров микроклимата в кухнях при работающих механических вытяжках.
4. В разделе 2.2.3 автор провёл численное моделирование распределения температурных полей в программе Star-CCM+ при установке отопительного прибора у внутренней перегородки помещения, но не дал объяснений, почему численное моделирование не проведено при установке плинтусного отопительного прибора у наружной стены и у наружной стены с окном.
5. В диссертации не представлены в достаточном объёме исследования по созданию требуемого теплового режима в помещениях общественных зданий при действии струй приточно-вытяжной вентиляции, наличия оборудования, мебели у стен и оргтехники.
6. Для оценки нагрева наружных стен и при разработке модели жилого помещения получены интересные распределения температурных и скоростных полей в помещении и на наружном ограждении (рис.3.8 – 3.17), но не приведено должного анализа полученных результатов.
7. С возрастанием температуры внутреннего воздуха от 20°C до 24,87°C при установке на наружной стене двух конвекторов параллельно, фактические теплотери должны возрастать, а не уменьшаться (см. стр.80).

8. На стр.95 приведён анализ результатов исследований при температуре охлаждаемых поверхностей камеры $t_{п} = 16 - 19^{\circ}\text{C}$, а результаты, полученные при $t_{п} = 20^{\circ}\text{C}$, остались без внимания.
9. Для рационального использования плintусных конвекторов в системах водяного отопления следовало бы привести сравнительный анализ, установить границы и условия применения этих приборов в многоэтажных зданиях с разными теплотехническими характеристиками и различными климатическими условиями регионов РФ.
10. При наличии большого количества экспериментальных исследований в диссертации следовало бы привести теорию планирования эксперимента.
11. Замечания по тексту и оформлению работы:
 - название таблицы 1.4 на стр.28 не соответствует её содержанию;
 - в разделе 2.2.1 перепутаны ссылки на номера формул, см. стр.53, стр.54, стр.58;
 - на схеме экспериментального стенда рис.2.2 стр.42 нерационально установлен обратный клапан у насоса;
 - не на все источники, приведённые в Списке литературы, имеются ссылки в тексте диссертации;
 - в Списке литературы п.65 приведён отменённый СП 131.13330.2012;Однако, сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение. Диссертационная работы Суханова Кирилла Олеговича является завершённой научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты позволяют обеспечить необходимые параметры микроклимата в помещениях жилых и общественных зданий с системой плintусного отопления. Полученные результаты достоверны, а выводы обоснованы. На основании проведенных исследований автором разработаны теоретические положения и сформулированы выводы, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение согласно пунктам 1, 3 и 5 паспорта научной специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Результаты диссертационной работы апробированы автором на различных научных конференциях, в том числе и международного уровня и внедрены предприятиями Санкт-Петербурга. Результаты диссертации в достаточном объёме отражены в 8 работах, в том числе 4 из них в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и 1 работа в издании, входящем в базу SCOPUS.

Содержание автореферата соответствует тексту диссертационной работы и является её кратким изложением.

Поэтому считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 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 её автор **Суханов Кирилл Олегович** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
(специальность 05.23.03 –
«Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение»),
профессор, член-корреспондент
Российской академии
архитектуры и строительных
наук, заведующий кафедрой
теплогазоснабжения ФГБОУ ВО
«Нижегородский
государственный архитектурно-
строительный университет»



Кочев Алексей Геннадьевич

Адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Тел.: +7 (831) 433-45-35; Тел.: +7 905 663 80 54
E-mail: kochev.1961@mail.ru

Личную подпись профессора Кочева А.Г. заверяю.
И.о. проректора по научной
работе ФГБОУ ВО
«Нижегородский
государственный архитектурно-
строительный университет»,
доктор технических наук,
доцент



Соболь Илья Станиславович

« 25 » ноября 2021г.
603950, Россия, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65,
ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)
Тел./факс: 8 (831) 434-02-91/ 430-53-48, e-mail: srec@nngasu.ru