

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе ФГБОУ ВО
«Томский государственный архитектурно-
строительный университет», к.т.н., доцент

Елугачев П.А.
08 февраля 2021 года

Отзыв ведущей организации
на диссертацию Чулкова Александра Анатольевича
«Повышение энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях
переменного теплового режима», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение»

Актуальность темы диссертации. Добыча и использование в обозримом будущем ископаемых углеводородных топливных ресурсов будет только возрастать, несмотря на явную тенденцию их исчерпаемости. Вместе с тем, активно ужесточаются требования к эффективности их использования практически во всех странах в связи с реальной угрозой человечеству – глобальным потеплением, поскольку продукты сгорания углеводородов, выбрасываемые в атмосферу, усиливают этот процесс. В этой связи самой актуальной социальной, политической, научной и технической проблемой 21 века является быстрый переход на новую энергетику с максимально возможным исключением выбросов парниковых газов.

По оценкам ученых от 32 до 45% ископаемого топлива расходуется на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение жилых зданий. Любые используемые технологии энергосбережения в этом секторе экономики будут способствовать повышению их энергоэффективности и экологической безопасности.

Основной проблемой текущей климатической политики в Европе является озабоченность энергетической независимостью, на достижение которой направлено активное использование ограниченного портфеля технологий, ориентированных на замену углеводородных ресурсов возобновляемыми источниками энергии. При этом в индивидуальном строительстве все больше строятся энергоэффективные дома с нулевым потреблением энергии из внешних сетей. В связи с этим все более осложняется решение вопросов распределения и хранения избыточной энергии, неравномерно вырабатываемой множеством источников возобновляемой энергии, особенно при прерывистом отоплении.

Индивидуальное жилищное строительство вокруг городов России и в сельской местности активно развивается. В целях экономии тепловой энергии при эксплуатации зданий индивидуальной застройки с временным пребыванием людей в России широко используется прерывистое отопление. Согласно СП 50.13330.2012 [69] к таким зданиям предъявляются лишь санитарно-гигиенические и комфортные условия. Подавляющее число построенных жилых домов обладают низким классом энергоэффективности. При непрерывно растущих ценах на энергоносители количество построенных жилых индивидуальных домов повышенного класса энергоэффективности возрастает. Естественно и то, что возрастает спрос на энергоэффективное строительство индивидуального жилья в пригородной и сельской местности. Вместе с тем возрастает спрос и на малозатратную технологию прерывистого отопления, позволяющую исключить непроизводительные траты тепловой энергии и повысить энергоэффективность жилого дома.

В этой связи развитие теоретических основ прерывистого отопления, предложенное в диссертационной работе, является актуальным.

Диссертация А.А. Чулкова связана с приоритетным направлением № 2 (Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей технологии, повышение эффективности добычи и глубокой переработке углеводородного сырья, формирование новых источников транспортировки и хранения энергии) Стратегии научно-технического развития (НТР) Российской Федерации, утвержденной Президентом РФ от 1 декабря 2016 г. № 642.

Диссертация А.А. Чулкова связана с приоритетным направлением развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Энергоэффективность, энергоснабжение, ядерная энергетика», утвержденного Президентом РФ от 07 июля 2011 г. № 899.

Тема диссертации А.А. Чулкова соответствует критической технологии Российской Федерации «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии».

Целью рассматриваемой диссертационной работы является разработка инженерных методов теплотехнического расчета ограждающих конструкций, отопительных приборов, тепловой изоляции трубопроводов для зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, 7 приложений и библиографического списка (97 наименований). Объем диссертации составляет 163 страницы, включая 31 таблицу и 76 рисунков.

Во введении обосновывается актуальность исследования, поставлены его цели и задачи, выбрана методика исследования, сформулирована научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе выполнен детальный анализ отечественных и зарубежных научных исследований по теме диссертации, что позволило автору сформулировать следующие нерешенные вопросы:

- отсутствие инженерной методики оценки энергетических затрат на нагрев ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления;
- отсутствие инженерной методики теплотехнического расчета ограждающих конструкций, позволяющей рассчитать время прогрева ограждений;
- отсутствие инженерной методики расчета времени выхода на стационарный режим работы отопительных приборов.

Во второй главе выведена расчетная зависимость (2.15) для определения средней температуры в однослойной плоской стенке при нестационарной теплопроводности с использованием аналитической зависимости В.И. Ковалевского и Г.П. Бойкова. Получена приближенная расчетная зависимость (2.16) для расчета времени нагрева однородной наружной стены до заданной температуры на ее внутренней поверхности. Подробно представлена методика расчета энергозатрат и времени нагрева однослойной наружной стены из керамзитобетонных блоков на цементно-песчаном растворе.

Представлены результаты расчета наиболее используемых конструкций наружных стен при отсутствии и наличии дежурного отопления. Предложена методика расчета энергозатрат и времени нагрева многослойных конструкций, в том числе с использованием экранной тепловой изоляции. Установлена аналитическая зависимость между энергозатратами на нагрев ограждающих конструкций и толщиной воздушной прослойки. Выполнен анализ работы многослойной конструкции со слоем утеплителя из пенобетона, расположенном на внутренней или на наружной поверхностях стены, в условиях прерывистого отопления. Показано, что при внутреннем утеплении существенно снижаются удельные затраты энергии и время нагрева стены (от 27 до 39 %).

Приведены особенности теплотехнического расчета чердачных и цокольных перекрытий зданий при прерывистом отоплении. Выполнен тщательный анализ

погрешностей расчета. Получены формулы для определения температур на внутренней поверхности ограждения в процессе его нагрева и охлаждения.

Выполнено в климатической камере экспериментальное исследование процесса нагрева многослойной плоской стенки. Результаты экспериментальных данных отличаются от расчетных значений на 6 %.

В третьей главе представлены результаты теоретического и экспериментального исследований процессов нестационарной теплопередачи в отопительных приборах. Разработан приближенный аналитический метод определения энергозатрат и времени нагрева трех типов отопительных приборов. Проведена оценка времени нагрева различных отопительных приборов по результатам теоретического и экспериментального исследований. В расчетную формулу по определению времени нагрева отопительных приборов внесены поправочные коэффициенты, учитывающие особенности радиаторов. В результате исследований получена зависимость теплового потока отопительных приборов от времени.

В четвертой главе приведены результаты экспериментального исследования теплопроводности заливочного пенополиуретана плотностью 60 кг/м^3 при изменении средней температуры образца от плюс 20°C до плюс 60°C . Использовался измеритель теплопроводности ИТП-МГ 4 «250». В результате обработки получена линейная зависимость теплопроводности от температуры. Разработана высокоэффективная конструкция тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения с применением экранированных пенополиуретановых скорлуп, позволяющих за счет наличия воздушной прослойки снизить расход пенополиуретана на 35%. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование экранированной тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения.

В пятой главе приведены результаты оптимизации выбора строительных ограждающих конструкций и технико-экономическое обоснование использования прерывистого отопления. Получены аналитические зависимости для определения максимально допустимой толщины однослойной наружной стены и максимальной толщины теплоизоляционного слоя при заданных значениях требуемого времени нагрева ограждающих конструкций. Рассматривались двухслойные наружные стены с вентилируемым фасадом или облицованные сайдингом. Представлено технико-экономическое обоснование применения переменного теплового режима в поселке из 40 типовых загородных коттеджей. Расчетная экономия за оплату природного газа составила 254720,47 рублей в ценах 2019 года.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.

Диссертационная работа Чулкова А.А. включает новые теоретические и экспериментальные результаты, дополняющие теоретические основы теплоснабжения зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима. Получены новые аналитические зависимости для определения энергозатрат и времени нагрева многослойных наружных ограждений зданий. Разработана математическая модель и получены зависимости для определения энергозатрат и времени нагрева наружных ограждений с экранной теплоизоляцией. Установлена аналитическая зависимость между энергозатратами и толщиной воздушной прослойки. На основе решения нестационарной задачи теплопередачи и выполнения экспериментальных работ получена обобщенная формула для расчета времени нагрева различных отопительных приборов.

Полученные в диссертационной работе результаты, включая аналитический обзор известных исследований по теме с его критическим анализом, являются значимыми для развития теоретических основ теплоснабжения зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы:

- при разработке рекомендаций по проектированию ограждающих конструкций и систем прерывистого отопления в малоэтажных жилых домах;
- при разработке конкретных проектов индивидуального жилищного строительства с применением прерывистого отопления;
- при разработке проектов энергосберегающих мероприятий в отапливаемых производственных и административных зданиях, в зданиях учебных заведений, в зданиях баз отдыха и других, в которых целесообразно применение прерывистого отопления.

На основании анализа диссертационной работы Чулкова А.А. можно сделать вывод, что поставленные в диссертации задачи решены и цель диссертации достигнута.

Содержание диссертации в полной мере представлено публикациями автора, а именно в 17 научных работах, в том числе 7 статей – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ. Чулков А.А. является автором патента РФ на полезную модель.

Результаты работы обсуждались на конференциях различного уровня, в том числе на двух международных с публикацией двух докладов, вошедших в базу данных Scopus (DOI:10.1051/mateconf/20168604019, DOI:10.1051/mateconf/ 20171060613). Содержание автореферата соответствует диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В формулировке цели диссертационной работы фигурирует разработка инженерных методов теплотехнического расчета ограждающих конструкций, отопительных приборов и тепловой изоляции трубопроводов. В задачах исследований фигурирует только разработка инженерной методики расчета динамических характеристик ограждений зданий и инженерная методика расчета динамических характеристик отопительных приборов.

2. В экспериментальной установке на рис. 3.2 (стр. 71 диссертации) показано, что исследуемый отопительный прибор установлен на поверхности стола и его условия работы будут отличаться от таковых в реальных системах отопления.

3. Из протокола испытаний теплопроводности пенополиуретана (табл. 4.1. диссертации) неясно, каким образом получены значения определяемой величины при температурах 50, 55 и 60°C.

4. Описание методики исследования теплопроводности тонкостенных штукатурок, приведенное на стр. 80 диссертации не является необходимым.

5. В автореферате на стр. 13 по формулой (13) было написано непонятное «где t_{e1} , t_{e2} , °C - температура внутреннего воздуха в режиме дежурного отопления и на расчетном в рассматриваемом помещении»; однако на стр. 44 диссертации под аналогичной формулой (2.24) написано – «где t_{n1} , t_{n2} – температура внутреннего воздуха в смежном неотапливаемом помещении при дежурном отоплении и расчетном режиме соответственно». Требуется пояснение автора.

6. Замечены редакционные неточности по тексту автореферата и диссертации:

– в оглавлении диссертации (стр. 3) написано: «Введение, Глава 1 Состояние...» и т.д., а в тексте диссертации: на стр. 4 «**ВВЕДЕНИЕ**, на стр.11 «**ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ...**» и т.д. Написание разделов, подразделов и пунктов в оглавлении к диссертации отличается от написания разделов, пунктов и подпунктов в диссертации; точки после написания номера раздела, номера подраздела и номера пункта не ставятся!;

– в выводах 1.4 по первой главе на стр. 29 написано следующее. «1.Применение 2.На 3.При 4.В5.В...». Следовало бы написать – «1.4.1 Применение 1.4.2 На 1.4.3 При 1.4.4 В1.4.5 В...», поскольку цифрами 1, 2, 3, 3, 5 обозначены разделы (главы) диссертации; аналогичные «недоразумения» имеют место в выводах к каждой главе.

– в автореферате на стр. 8 написано «... списка литературы...», а следовало бы написать «...библиографического списка ...» как написано в диссертации.

– общепринято число Фурье обозначать как Fo (см. формулу (2.6) и рис. 2.3 диссертации), а не F_o , как написано в формулах 2.5, 2.10– 2.14 и по тексту после формулы 2.15.

– в табл. 2.2 и 2.3 в других местах по тексту диссертации имеет место обозначение кубических метров как «м3»;

– на стр. 64 диссертации написано «Важнейшие тепловизионные характеристики беспесчаного керамзитобетона – коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости...»; видимо вместо слова «тепловизионные» следовало бы написать «теплофизические».

Приведенные замечания не снижают значимости и ценности результатов представленной диссертационной работы в целом.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Чулкова А.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки по повышению энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима.

Результаты, полученные автором, имеют большое значение для разработки технических решений ограждающих конструкций и проектирования систем прерывистого отопления в различных объектах строительства.

По содержанию, объему и новизне представленных результатов диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020). Автор диссертации Чулков Александр Анатольевич 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 «Теплогасоснабжение и инженерные системы в строительстве» Томского государственного архитектурно-строительного университета

5 февраля 2021 г., протокол № 5.

Отзыв составил заведующий кафедрой

«Теплогасоснабжение и инженерные системы

в строительстве», доктор технических наук

по специальности 05.23.08 Технология и организация

строительства», профессор  Цветков Николай Александрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет»

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: canc@tsuab.ru, nac.tsuab@yandex.ru

Веб-сайт: www.tsuab.ru