

## ОТЗЫВ

официального оппонента Рымарова Андрея Георгиевича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Национальный исследовательский «Московский государственный строительный университет» на диссертационную работу Шепса Романа Александровича на тему: «Повышение энергоэффективности наружных ограждений зданий на основе использования солнечной радиации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические)

**Актуальность** темы диссертационного исследования обусловлена государственной программой РФ «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 года» а также доктриной энергетической безопасности России до 2035 г.

Одним из приоритетов развития народного хозяйства является повышение энергетической эффективности зданий и сооружений путем снижения потерь теплоты через наружные ограждения. Достичь экономии тепловой энергии возможно при помощи конструирования новых энергоактивных наружных ограждений зданий, аккумулирующих солнечную энергию. Существующие инженерные решения применимы для регионов с достаточно мягким и благоприятным климатом, но не всегда подходят и применимы на территории Российской Федерации.

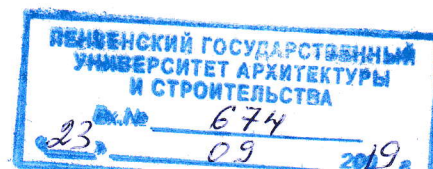
Рассмотренный в диссертации процесс аккумулирования солнечной энергии на практике действительно позволяет добиться экономии энергоресурсов и денежных средств на отопление зданий. Однако, из-за отсутствия методов проектирования аккумулирующих систем в наружных ограждениях отсутствует их применение.

В связи с этим заявленная тема исследования «Повышение энергоэффективности наружных ограждений зданий на основе использования солнечной радиации» является актуальной и применимой для отдельных отраслей экономики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

По основным отличительным признакам (цели, задачи, методы исследования, защищаемые положения, основные полученные результаты, практическая направленность) диссертация Р.А. Шепса соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика».

### **Общая характеристика работы.**

Диссертация Шепса Р.А. состоит из 4 глав, заключения, списка литературы, 7 приложений. Общий объем диссертации составляет 153 страницы, 40 иллюстраций и 18 таблиц.



Во введении автор обосновывает актуальность темы своего диссертационного исследования, формирует цели и задачи, основные положения, выносимые на защиту, практическую значимость; выделяет основные аспекты использованных методологий и методов исследований.

В первой главе автор диссертации приводит анализ существующих энергосберегающих решений в области строительства энергоэффективных фасадов. Рассматривает различные зарубежные методики расчета энергосберегающих зданий, приводит их положительные и отрицательные стороны. Также в первой главе оценивается эффективность использования солнечной энергии для покрытия теплопотерь через ограждающие конструкции. Автор рассматривает теплоаккумулирующие свойства строительных материалов для использования в энергоэффективном строительстве.

Во второй главе рассматриваются тепловые волны в многослойных солнечных панелях. Основываясь на физических свойствах природы тепловых волн вводится уравнение теплового баланса, учитывающее, в отличие от известных ранее уравнений, внешний тепловой источник. Составленные уравнения тепловых волн показывают новый подход к расчету переноса теплоты в многослойных конструкциях. Автор показывает эффективный способ нахождения новых коэффициентов для эффективного конструирования наружных ограждений, учитывающих свойства материалов, климатологическую характеристику района строительства, а также многослойность конструкций.

В третьей главе приводятся экспериментальные исследования стеновой солнечной панели. Достаточно подробно описана методика и планирование проведения эксперимента, приборы и средства измерения. Результаты натурных исследований показали хорошую сходимость с результатами математического моделирования, приведенного во второй главе.

В этой главе автор также показывает разработанное новое наружное ограждение. Описывает способ его работы, а также подробную конструкцию и применяемые материалы. В заключение главы рассматривается возможность применения энергосберегающей конструкции в различных регионах Российской Федерации.

В четвертой главе представлены результаты экономического обоснования применения новой энергосберегающей технологии. Рассчитаны сроки окупаемости. Приведено сравнение с современными строительными технологиями возведения наружных стен многоквартирных жилых зданий. Получены коэффициенты пересчета для определения экономии и целесообразности использования предложенной технологии в зависимости от региона строительства.

В заключении сформулированы основные полученные при выполнении диссертационного исследования результаты и проведено их обобщение. Сделанные выводы полностью отвечают на поставленные задачи, в полной мере отражают научную новизну, теоретическую и практическую значимость

работы. В приложениях приведены результаты численных и экспериментальных исследований, копия патента на полезную модель, акт внедрения, код программы расчета.

#### **Общая методология и методика исследования.**

Методики исследования, применяемые автором диссертации, представляют собой совокупность теоретического и экспериментального подходов к изучению процессов теплопереноса в многослойных конструкциях зданий, при воздействии солнечного излучения. В качестве общего подхода к решению нестационарных задач теплопроводности взят метод наложения температурных полей, основанный на фундаментальном свойстве линейности уравнения теплопроводности. Экспериментальное исследование представляло собой измерение тепловых потоков в многослойной солнечной панели экспериментального здания в натуральных условиях. Для подтверждения работоспособности предложенного технического решения в других климатических районах использована программа Temper-3D 6, позволяющая определить поля температур ограждающих конструкций методом конечных элементов.

#### **Научная новизна полученных результатов.**

Научная новизна результатов диссертационной работы состоит в получении новых зависимостей, описывающих распределение плотности теплового потока и температуры в многослойных панелях при воздействии солнечной радиации; создании на этой основе математической модели и прикладной компьютерной программы; разработке нового наружного ограждения, эффективно утилизирующего солнечную радиацию в холодный и переходный периоды и защищающую от перегрева в теплый период года; показана возможность применения энергосберегающей технологии в различных климатических зонах Российской Федерации. К наиболее значимым результатам исследования следует отнести то, что применение энергоэффективных наружных ограждений в климатических условиях РФ позволяет сократить потребление тепловой энергии в интервале от 7 Гкал до 36 Гкал на  $100 \text{ м}^2$  поверхности энергоэффективного ограждения в зависимости от региона строительства.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Степень обоснованности научных положений диссертанта обеспечивается глубиной и тщательностью теоретических и экспериментальных исследований. Автором предложены следующие решения, подчеркивающие научную новизну и выносимые на защиту:

- 1) Системный подход при оценке возможности пассивной утилизации солнечной энергии в различных климатических зонах РФ.

- 2) Математическая модель тепловых режимов наружных ограждений, в которой учитываются поглощающие и теплоаккумулирующие свойства строительных материалов при воздействии солнечного излучения.
- 3) Параметры энергоэффективных наружных ограждений, полученные на основе результатов математического моделирования их теплоаккумулирующей способности.
- 4) Технические решения для проектирования ограждений с теплоаккумулирующим слоем, подвергаемом солнечному облучению.
- 5) Результаты технико-экономической оценки энергоэффективности наружных ограждений, пассивно утилизирующих солнечное излучение.

На основании анализа содержания диссертации Р.А. Шепса есть все основания для вывода о научной значимости, рецензируемой диссертации. Достоверность результатов диссертационного исследования Р.А. Шепса обеспечивается использованием сертифицированного поверенного измерительного оборудования; использованием лицензионных программного обеспечения; использованием фундаментальных законов при численных исследованиях и применением апробированных математических моделей; согласованием результатов численных и экспериментальных исследований; согласованием результатов исследований автора с данными других исследователей.

#### **Практическая значимость.**

Основные практические результаты работы заключаются в том, что новые теоретические и технологические решения позволяют при их применении повысить энергетическую эффективность зданий и сооружений. Предложенные технические решения являются новыми и пригодны к практической реализации при новом строительстве.

Существенный интерес на практике вызывает разработанная программа для ЭВМ, моделирующая процесс нестационарной теплопроводности многослойного наружного ограждения. Программный комплекс обеспечивает наглядную демонстрацию распределения температуры в четырехслойной панели при переменной температуре наружного воздуха и тепловом потоке. Программа учитывает климатологию, а также требуемые условия к тепловой защите зданий.

#### **Апробация работы и реализация ее результатов.**

По теме диссертации автором опубликованы 22 научные работы, в том числе – в 10 статьях в рецензируемых научных изданиях по списку ВАК и в 4 статьях в журналах, индексируемых Scopus. Доклады по теме диссертационной работы обсуждались на региональных, всероссийских и международных научных конференциях, форумах, семинарах и конкурсах. Получен патент на конструкцию солнечной стеновой панели и свидетельство об официальной регистрации программы расчета для ЭВМ.

Результаты выполненных исследований использованы ООО «СтройИмпульс» при строительстве энергоэффективного здания в г. Воронеж, площадь энергоэффективной ограждающей конструкции составляет 1210 м<sup>2</sup>.

Результаты исследований имеют важное значение для развития энергоэффективного строительства и могут быть положены в основу последующих научных изысканий в данной области.

#### **Замечания по диссертационной работе.**

1. В первой главе автор не приводит математические зависимости рассматриваемых методов расчета энергоэффективных зданий.
2. Часть расчетов из второй главы вынесено в приложения к диссертации, что не всегда удобно для анализа и понятия используемого математического аппарата.
3. При составлении математической модели не учтена степень черноты материала в рассматриваемой панели.
4. В третьей главе не указана сторона света, в направлении которой ориентирована солнечная панель.
5. При разработке программного обеспечения не указан алгоритм программы и отсутствует обоснование выбранного языка программирования.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость проведенных исследований.

Автореферат диссертации соответствует рукописи. Материалы диссертационного исследования Р.А. Шепса широко опубликованы в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов кандидатских диссертаций, хорошо апробированы на международных и всероссийских конференциях.

Диссертация Р.А. Шепса по своей цели, задачам, методам исследования, основным полученным результатам, защищаемым положениям, соответствует специальности 05.23.03 теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

#### **Общее заключение по диссертации.**

Диссертация Шепса Романа Александровича представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком профессиональном уровне. Работа имеет логичное построение, целостность изложения, соответствует паспорту специальности 05.23.03 - теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, её формуле и области исследований.

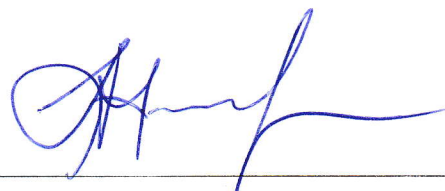
В работа Р.А. Шепса проведены теоретические и экспериментальные исследования процессов теплопереноса в многослойных наружных ограждениях при воздействии солнечной радиации, направленные на повышение энергоэффективности объектов строительства и ЖКХ. Новые

технические решения, предложенные автором работы, в достаточной мере аргументированы и направлены на решение актуальных технических задач.

Считаю, что диссертация по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости результатов соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор, Шепс Роман Александрович, достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент, кандидат технических наук по специальности 05.23.03 — «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Национального исследовательского «Московского государственного строительного университета»

Рымаров Андрей Георгиевич



«20» сентября 2019 г.

Подпись доцента А.Г. Рымарова заверяю:

Директор института ИИЭСМ НИУ МГСУ



К.И. Лушин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет"

Адрес: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское Шоссе д. 26.

Контактная информация:

Телефон: 8 (499) 188-36-07 (раб.), 8 (910) 407-38-57 (моб.).

Электронная почта: [rymarov@yandex.ru](mailto:rymarov@yandex.ru).

Сайт организации: <http://mgsu.ru>.