

ОТЗЫВ

официального оппонента

БОДРОВА Михаила Валерьевича,

доцента, доктора технических наук, профессора кафедры «Отопление и вентиляция» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-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

Важнейшим направлением стратегии развития Российской Федерации является повышение энергоэффективности и энергосбережения, в том числе на основе использования возобновляемых источников. Приоритетность обозначенной цели во всех сферах производственной деятельности, включая строительство, подтверждается Федеральными и региональными нормативно-правовыми актами, а также специализированными государственными и отраслевыми программами.

В нашей стране значительная часть энергетических ресурсов тратится на теплоснабжение объектов различного назначения, в частности на системы теплоснабжения и отопления зданий, поэтому внедрение энергосберегающих технологий, способствующих поддержанию требуемых (расчетных) параметров микроклимата при минимальных затратах приобретает все большую актуальность. Одному из направлений в решении данной проблемы посвящена диссертационная работа Р.А. Шепса, в которой предлагается повысить энергоактивность наружных ограждений посредством интегрирования солнечных стеновых панелей с конструктивными показателями, обоснованными для каждой климатической зоны.

В технической литературе практически отсутствуют методики расчета как достигаемой энергоэффективности систем пассивного солнечного отопления при различных метеоусловиях, так и факторов, связывающих параметры внешней среды с состоянием микроклимата помещений, имеющих интегрированные в наружные ограждения солнечные панели. Существующие методы преимущественно базируются на осредненном или приближенном моделировании, что приводит к неадекватной оценке в возможностях утилизации солнечной излучения, некорректному конструированию энергоактивного ограждения и, в конечном результате, к повышению капитальных и эксплуатационных затрат на обеспечение требуемого теплового режима зданий.



В связи с этим считаю, что выбранная автором тематика диссертационной работы и выполненные теоретические и экспериментальные исследования являются актуальными и своевременными.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы доказывается глубоким изучением и систематизацией трудов российских и зарубежных авторов в области пассивного солнечного отопления жилых и общественных зданий. При выполнении анализа современного состояния энергоэффективных наружных ограждений, утилизирующих солнечную радиацию, автором сделан обоснованный вывод, что существующие методы расчета дают приближенный результат. Определяемые параметры и тепловые потоки для поглощающих излучение панелей не позволяют объективно оценить достигаемое энергосбережение при возможных изменениях в процессе проектирования наружных ограждений, а также при поиске оптимальных характеристик строительных материалов для обустройства фасадов. Применяемые технические решения для пассивного солнечного отопления помещений, как правило, направлены на глубокое извлечение утилизируемой теплоты и не предусматривают эффективной защиты от перегрева в летние месяцы.

Автором разработана солнечная стеновая панель с подвижными теплоизоляционными жалюзи, сокращающими потери теплоты при неблагоприятных погодных условиях и низких актинометрических показателях, а также поступление солнечного излучения на аккумулирующей материал в летние месяцы. Для эффективного использования устройства в теплый период года предложено на поглощающей поверхности размещать трубопроводную систему охлаждения, включенную в контур горячего водоснабжения.

На основе выполненного математического моделирования исследованы тепловые режимы энергоактивной наружной стены в зависимости от ее конструктивного исполнения, применяемых материалов, а также от актинометрических и климатических показателей районов строительства. Численные результаты расчетов подтвердили эффективность предлагаемых технических решений и показали поступления утилизированной теплоты в помещения в течение суток при интенсивности солнечного излучения в дневное время, соответствующей среднестатистическим актинометрическим показателям зимних месяцев.

Получены математические уравнения, описывающие тепловые процессы в энергоактивном наружном ограждении с поглощающим излучение аккумулирующим слоем, учитывающие квазистационарные изменения параметров внешней среды. Выявлены для различных широт нашей страны тре-

буемые теплотехнические показатели строительных материалов для послойного исполнения фасадов, утилизирующих излучение. Экономически доказана целесообразность применения пассивного солнечного отопления, так как достигается достаточно значительное сокращение затрат на потребление традиционных ресурсов.

Для подтверждения обоснованности научных положений проведен ряд экспериментальных исследований встроеной стеновой панели, которые заключались в измерении тепловых потоков через наружные ограждения, температуры поверхностей опытной конструкции и исследования фактического состояния параметров микроклимата в процессе утилизации солнечной энергии.

Соискателем Р.А. Шепсом на основании полученных результатов разработаны практические рекомендации по проектированию фасадных систем пассивного отопления в зависимости от широты местности и климатических условия эксплуатации.

Научные положения, выводы и результаты исследований опубликованы в 22 научных работах, 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.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлена достаточным массивом расчётных и экспериментальных данных, использованием апробированных методов математического моделирования, а также использованием современных поверенных измерительных приборов (погрешность измерений составила менее 5%) и лицензионных программных продуктов.

Научная новизна

Основная научная идея диссертации заключается в повышении энергоэффективности наружных ограждений за счет совершенствования конструкций солнечных стеновых панелей и методики их проектирования на базе математического моделирования.

В качестве новых научных результатов отмечаются следующие положения.

- на основе комплекса теоретических и экспериментальных исследований предложена математическая модель определения теплового потока через многослойное наружное ограждение в нестационарных условиях, обусловленных воздействием солнечной энергии на аккумулирующий материал;

- получены аналитические зависимости изменения температуры и теплового потока для энергоэффективных наружных ограждений по времени;
- выявлены закономерности влияния солнечного излучения на тепловой режим энергоэффективных наружных ограждений;
- получены оптимальные параметры энергоэффективных наружных ограждений, обеспечивающих поступление теплового потока в помещение.

Считаю, что все вышеперечисленное является важным аспектом при проектировании современных энергоэффективных наружных ограждающих конструкций и имеет несомненную научную новизну.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования для развития науки и производства

Научная значимость результатов связана с решением актуальной проблемы совершенствования пассивных систем солнечного отопления зданий для эффективного их использования в климатических условиях Российской Федерации. Несомненная ценность рассматриваемой работы заключается в развитии научной базы в области мало затратных технологий извлечения энергии возобновляемого источника. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили автору разработать интерактивную математическую модель стеновой солнечной панели, отличающейся от известных аналогов протеканием тепловых процессов в многослойной конструкции в нестационарных условиях, при воздействии излучения на аккумулирующий материал. Выполненное математическое моделирование позволило оценить возможные тепловые режимы в наружном ограждении для реальных условий эксплуатации, провести проверку работоспособности и эффективности энергоактивных интегрированных панелей.

Разработано на основе результатов численных и экспериментальных исследований конструктивное исполнение солнечных фасадов, рекомендованных к применению в I, II, III климатических зонах РФ. Определен диапазон широт экономической целесообразности пассивной утилизации солнечной энергии для климатических условий РФ и годовой экономической эффект от внедрения интегрированных в фасады солнечных стеновых панелей в Центрально-Черноземном регионе.

Несомненным достоинством научного труда является большой объем выполненных численных и экспериментальных исследований, в результате которых установлены закономерности теплоступлений при утилизации солнечной радиации стеновыми панелями.

Научный вклад автора в методику проектирования энергоактивных наружных ограждений позволяют повысить в конечном итоге энергоэффективность зданий и сооружений.

Таким образом, полученные результаты имеют практическую значимость для проектных и эксплуатирующих организаций, так их использование при конструировании, проектировании и эксплуатации наружных ограждений, включенных в системы пассивного солнечного отопления, сокращает потребление традиционных ресурсов и повышает энергоэффективность зданий и сооружений.

Оценка структуры и содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа изложена на 153 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и семи приложений. Список использованной литературы включает 98 источников, иллюстрационный материал содержит 40 рисунков, в тексте имеются 18 таблиц.

Структура работы согласуется с целями и задачами диссертационного исследования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформированы ее цель и основные задачи, научная новизна и практическая значимость, приведены сведения об апробации работы и положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен комплексный анализ современного состояния энергоэффективных технических решений на основе пассивного использования солнечной энергии зданиями, методов расчета потерь и поступлений тепла в помещение, имеющих, в том числе энергоактивные стеновые панели, рекомендаций и способов проектирования наружных ограждений с функцией утилизации солнечного излучения.

Во второй главе представлены результаты математического моделирования энергоактивных наружных ограждений, полученные уравнения изменения температуры в слоях ограждений и тепловых потоков при неблагоприятных погодных условиях с низкими актинометрическими показателями и при интенсивности солнечного излучения, характерной для зимних месяцев.

В третьей главе подробно изложены порядок выполнения и результаты проведенных автором экспериментальных исследований с последующей математической обработкой полученных данных.

В четвертой главе описана методика экономического обоснования обустройства фасадов светопрозрачным ограждением и поглощающим солнечное излучение аккумулялирующим слоем. Определена экономическая эффективность пассивного солнечного отопления и приведены данные его практического внедрения.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертации, которые логично обобщают проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования.

В приложении представлены патент РФ, свидетельство об официальной регистрации программы расчета для ЭВМ, результаты численных иссле-

дований, документы, подтверждающие практическое использование полученных в работе результатов. В диссертации имеются необходимые ссылки на авторов и используемые материалы.

Содержащиеся в диссертации графики, таблицы, аналитические выражения позволяют оценить обоснованность выводов и полученных результатов.

В целом результаты исследований достоверны, а диссертация является законченным научным исследованием.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе рисунок 1.2 (стр. 12) имеет частный характер для абстрактного здания многоквартирного жилого дома (МЖД) расположенного в конкретной местности. Следовало бы привести динамику энергопотребления различных МЖД с характерной для типового строительства этажностью: 5, 9 и 17 этажей, расположенных в конкретных климатических регионах с расчетной наружной температурой $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Для практического применения достигнутых результатов целесообразно выполнить районирование по эффективности использования энергоактивных наружных ограждений в различных регионах Российской Федерации.

3. Проектирование фасадов с интегрированными солнечными панелями предполагает более логичный алгоритм принятия решений с описанием пошаговых этапов инженерных разработок, что несомненно повысит практическую значимость представленных в работе результатов.

4. Следовало выполнить оценку экологической эффективности объектов строительства с применением пассивного солнечного отопления посредством расчетов сэкономленного топлива и не выброшенных в атмосферный воздух продуктов сгорания.

5. Результаты работы и рекомендации целесообразно обобщить для регионов РФ по диапазонам актинометрических данных, представленных на климатических атласах.

6. При расчете экономического эффекта (глава 4) следовало бы воспользоваться общепринятой в ТГВ методикой проф. Л.Д. Богуславского, предусматривающей учет не только капитальных, но и эксплуатационных затрат с учетом дисконтирования.

7. Имеется ряд следующих редакционных замечаний.

7.1. При расшифровке формул (1.6), (1.7), (1.11), (1.12) не верно указана единица измерения величины коэффициента теплопроводности λ .

7.2. Приложение Е «Локальный сметный расчет: Возведение стены толщиной 0,54 м с установкой фасада из вентфасада» следовало бы исключить, как не несущее никакой смысловой нагрузки.

7.3. Отсутствие алфавитной упорядоченности списка использованной литературы затрудняет чтение и анализ диссертации.

Хотелось бы отметить, что отдельные указанные замечания и недостатки **не снижают** новизну и достоверность проведенных автором экспериментальных, натурных и теоретических исследований, а также общего положительного впечатления от рецензируемой работы.

Диссертация написана грамотным техническим языком, имеет четкую логическую структуру, автореферат полно отражает содержание диссертационной работ.

Конкретные рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы

Итоги и рекомендации по использованию алгоритма расчета энергоактивных наружных ограждающих конструкций могут быть применены в проектных институтах на стадии изысканий проектных решений при строительстве жилых зданий.

Заключение о соответствии диссертации требованиям ВАК

Диссертация Шепса Романа Александровича на тему «Повышение энергоэффективности наружных ограждений зданий на основе использования солнечной радиации», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, выполнена на высоком научном уровне, является значимой работой и соответствует Критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» в том числе:

- пункт 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;
- пункт 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в 10 работах в научных изданиях, входящих в действующий Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание научной степени кандидата наук, и в 4 статьях в журналах, индексируемых в базе Scopus;
- пункт 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

Диссертация Шепса Р.А., на тему «Повышение энергоэффективности наружных ограждений зданий на основе использования солнечной радиации», является законченной научно-квалифицированной работой, выполнен-

ной на актуальную тему, содержащей научно обоснованные технические решения, выводы и рекомендации, обладающие научной новизной.

Диссертационная работа Шепса Романа Александровича **полностью соответствует критериям**, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

Считаю, что Шепс Роман Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические).

Официальный оппонент, доцент, доктор технических наук,
научная специальность 05.23.03 – Теплоснабжение,
вентиляция, кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение,
профессор кафедры «Отопление и вентиляция»
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»

Бодров Михаил Валерьевич

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, 65, тел.: 8 (831) 430-54-85,
e-mail: tes84@inbox.ru
«02» сентября 2019 г.

Подпись доцента, д.т.н., профессора кафедры «Отопление и вентиляция»
Михаила Валерьевича Бодрова **заверяю**.
Проректор по научной работе
д.т.н., доцент
«02» сентября 2019 г.



Соболь Илья Станиславович