

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

**Копейки Дениса Вадимовича** на тему: *«Повышение эффективности использования теплоизоляционных материалов при утеплении ограждающих конструкций зданий»*, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

**Актуальность выбранной темы.** Экологическая и ресурсосберегающая повестка при обсуждении проблем теплоснабжения в частности и энергетики в целом в современном социуме все более весома и привлекает все большее внимание. Увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу, глобальные изменения климата, сокращение запасов невозобновляемых первичных энергетических ресурсов и повышение их стоимости способствуют развитию различных направлений энергосбережения. Одним из наиболее важных потребителей энергетических ресурсов является жилищно-коммунальный сектор.

Для Донбасса, как и для всех постсоветских индустриальных регионов, характерно преобладание зданий планового домостроения середины прошлого века. Очевидно, что на сегодняшний момент здания не соответствуют современным стандартам и нормам по энергопотреблению и нуждаются в реконструкции. Преобладающим энергетическим ресурсом в общем энергопотреблении таких зданий является тепловая энергия от централизованного теплоснабжения.

При этом одним из основных направлений по повышению энергетической эффективности существующих зданий является термомодернизация наружных ограждающих конструкций.

В то же время, зачастую, работы по утеплению стен производятся без должной оценки прогнозируемых параметров микроклимата в помещении, а

также изменения влажностного режима эксплуатируемой конструкции здания.

Виды применяемых теплоизоляционных материалов, как и способы выполнения утепления, в основном определяются с выбором организации, выполняющей данные работы, и не имеют должного алгоритма обоснования целесообразности использования той или конструкции.

Особенно актуально вопрос компетентного энергомониторинга стоит при рассмотрении такого неотъемлемого аспекта грамотного современного хозяйствования как энергетическая сертификация и паспортизация зданий и сооружений.

Также не стоит упускать, что с учетом высокой стоимости теплоизоляционных материалов и монтажных работ, а также меняющейся стоимости тепловой энергии, мероприятия по термомодернизации при неправильном подходе к проектированию и эксплуатации могут утратить или существенно снизить свою экономическую целесообразность.

В связи с этим актуальность представленной работы, которая посвящена повышению эффективности различных способов термомодернизации наружных ограждающих конструкций зданий, не вызывает сомнений.

***Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.*** Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в диссертационной работе, подтверждается корректностью математической постановки задачи, использованием современных программных комплексов и методов определения экономической эффективности энергосберегающих проектов, а также апробацией основных результатов диссертации на конференциях и в опубликованных работах. Таким образом, предложенные в диссертационной работе, научные положения, выводы и рекомендации, можно признать обоснованными.

***Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.*** Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена применением математического моделирования, внедрением разработок в проектирование термомодернизации ограждающих конструкций.

Научная новизна работы заключается в определении влияния теплопроводных включений навесных вентилируемых фасадов на общую теплотехническую и экономическую эффективность реконструкции, определении эффективности «точечного» утепления. В работе также получено выражение для определения среднего значения парциального давления воздуха в воздушной прослойке навесного вентилируемого фасада.

Задачи, поставленные автором в работе, с точки зрения научной и практической ценности, соответствуют уровню кандидатской диссертации.

***Основное содержание работы.*** Во введении определена актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, представлены публикации и апробация результатов диссертационной работы, а также описана ее структура.

В первом разделе рассмотрена необходимость анализа эффективности теплоизоляционных материалов при проведении мероприятий по термомодернизации ограждающих конструкций зданий. Рассмотрены основные варианты термомодернизации, а также сформулированы проблемы, которые возникают при проектировании и реконструкции наружных ограждающих конструкций в ходе термомодернизации. По окончании первого раздела уточнены формулировки задач исследования.

Во втором разделе произведен выбор типовой серии жилого здания для дальнейших исследований, а также определены ключевые параметры конструкционных и теплоизоляционных материалов. Грамотно выстроен

алгоритм изучения вопроса термомодернизации жилых зданий. Получены выражения для определения температуры, а также дана оценка приросту этой температуры в помещении после работ по «точечному» утеплению ограждений.

В *третьем разделе* проведено исследование эффективности навесных вентилируемых фасадов. Для учета влияния крепежных элементов фасада на теплотехническую однородность конструкции проведено моделирование теплового потока через участок конструкции с теплопроводным включением. Установлена зависимость коэффициента однородности навесного вентилируемого фасада в зависимости от концентрации крепежных кронштейнов на  $1 \text{ м}^2$  конструкции и их геометрии. В разделе был исследован процесс переноса влаги в конструкции с навесным вентилируемым фасадом и предложено выражение для определения среднего значения парциального давления водяного пара по длине воздушной прослойки.

В разделе также проведен многофакторный эксперимент, целью которого было наиболее достоверное определение параметров теплового комфорта в помещении для анализа эффективности термомодернизации. Получена регрессионная зависимость коэффициента конвективной теплоотдачи от высоты точки замера температуры, удаления от радиатора и разности температур воздуха в точке замера и поверхности отопительного прибора, и сформирована методика определения сопротивления теплопередаче конструкции с навесным вентилируемым фасадом.

В *четвертом разделе* получены зависимости для определения экономических критериев эффективности, определена степень влияния теплотехнической однородности на экономическую эффективность навесных фасадов с вентилируемой прослойкой. Установлено, что увеличение количества крепежных элементов может привести к снижению экономической эффективности на величину до 25%.

**Общие замечания.** К работе есть ряд замечаний:

1. В тексте автореферата используется термин «точечное утепление» или «точечное» утепление, однако не приводится пояснение, что подразумевается под данным понятием.

2. Следует отметить, что результаты исследований были апробированы всего на одной конференции, что препятствует получению объективной профессиональной оценки со стороны компетентных специалистов.

3. В формуле (1.26) диссертационной работы кроме потерь тепла на инфильтрацию следовало бы учесть потери тепла на нагрев приточного воздуха, поступающего взамен удаляемого естественными системами вентиляции.

4. Следует отметить, что п. 1.4 диссертации с технико-экономической оценкой мероприятий по утеплению следовало бы привести более полно в разделе 4, т.к. на этапе первого раздела еще не ясно, какие мероприятия по термомодернизации будут рекомендованы к технико-экономической оценке, как наиболее репрезентативные.

5. Вызывает вопросы выбор конкретного вида теплоизоляционного материала при расчетно-аналитических исследованиях во втором разделе диссертации. Не аргументирован выбор утеплителя и расчетные параметры эксплуатации, по которым выбирались его теплотехнические характеристики.

6. Из текста автореферата и диссертации не ясно, что понимается под термином «внутренняя температура» на рисунке 2 автореферата и рисунках 2.5...2.6 диссертации. Является ли это температурой внутреннего воздуха или температурой внутри помещения с учетом радиационной составляющей.

7. Не ясно, как при моделировании сопротивления теплопередаче конструкции стены с навесным фасадом учитывалось увеличение количества креплений в таких узлах как наружный угол, внутренний угол, устройство

откосов и температурных швов. Также при разработке 3D модели использовалась упрощенная форма кронштейна, и в тексте диссертации не указано, каким образом учитываются более сложные и составные элементы крепления.

8. Из текста диссертационной работы (Раздел 3) не ясно, для чего проводились экспериментальные исследования по определению температуры в ограждающих конструкциях в теплый («летний») период года, если за период влагонакопления принято считать отопительный период. Также следовало бы использовать общепринятую терминологию: «теплый период», «переходный период» и «холодный период».

9. На рисунке 3.13 диссертационной работы не понятно, для какой ограждающей конструкции сопротивление теплопередаче может составлять  $14 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$  и какому значению температуры это значение соответствует.

10. На рисунках 3.14... 3.15 диссертационной работы, а также на рисунке 7 автореферата недостаточно четко отображены значения парциального давления водяного пара.

11. Не описана методика определения температуры воздуха на входе в воздушную прослойку при расчете параметров навесных вентилируемых фасадов в разделе 3 диссертации.

12. Из текста работы не ясно, на основании чего было выбрано репрезентативное помещение для проведения замеров температур при проведении эксперимента. Учитывались ли теплопоступления: солнечная радиация, присутствующие люди, бытовая техника и т.п.

13. Имеются незначительные замечания к оформлению текста автореферата, а именно:

- в таблице 1 автореферата неверно указана размерность сопротивления паропрооницанию;
- на рис. 1 автореферата не указаны единицы измерения толщины слоя утеплителя;

- на рис. 2 автореферата значения температур по оси ординат следовало бы привести с одним знаком после запятой;
- в таблице 5 и на рисунке 7 автореферата слова «количество» и «железобетонный» следовало бы написать полностью, без сокращений;
- в тексте диссертационной работы следовало бы исключить подчеркивание текста, а также более тщательно отнестись к оформлению подзаголовков.

Приведенные замечания не снижают достоинств диссертационной работы.

**Заключение.** Несмотря на вышеуказанные замечания, диссертацию можно охарактеризовать как законченную научную работу, в которой разработаны теоретические основы для повышения эффективности мероприятий по термомодернизации ограждающих конструкций зданий.

В работе получены научно обоснованные результаты, которые в совокупности предоставляют возможность детального анализа параметров теплотехнической и экономической эффективности мероприятий по термомодернизации, а также их взаимного влияния. Применение предложенных в работе методов позволяет повысить эффективность применения различных теплоизоляционных материалов и способов утепления.

Отдельного внимания заслуживают следующие важные тезисы, которые данная работа предлагает к обсуждению, рассмотрению и частичному решению:

- термомодернизация наружных ограждений без совместной термомодернизации систем отопления с возможностью регулирования тепловой мощности отопительных приборов приводит к увеличению температуры в помещении, что прямо пропорционально изменяет и потенциальные теплопотери;

- необходимо учитывать теплопроводные включения в качестве точечных крепежных элементов конструкции навесного фасада как на «глади» стен, так и в различных архитектурных конструкциях;
- разработаны рекомендации по учету сопротивления теплопередаче воздушной прослойки при устройстве вентилируемых фасадов;
- выполнено планирование эксперимента, а также произведена проверка адекватности полученной модели;
- результаты работы могут быть использованы при разработке и адаптации нормативной документации по энергетической паспортизации и сертификации зданий и сооружений.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что уровень и значимость полученных результатов диссертационной работы Копейки Д.В. соответствуют требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Копейка Денис Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

к.т.н., доцент кафедры теплотехники,  
теплогазоснабжения и вентиляции  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры»

Д.В. Выборнов

286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2  
тел. +38 (071) 362-28-00  
[d.v.vybornov@donnasa.ru](mailto:d.v.vybornov@donnasa.ru)

Подпись к.т.н., доцента  
Выборнова Д.В. заверяю,  
Начальник отдела кадров  
ГОУ ВПО «ДОННАСА»



Н.А. Иванова