

А.Р. Жабборов

ассистент,

Джизакский политехнический институт.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ МОСТОВ В УЗЛАХ СОПРЯЖЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация: В данной работе рассматриваются актуальные аспекты исследования тепловых мостов в узлах сопряжения ограждающих конструкций зданий, возводимых в климатических условиях Узбекистана. Анализируется влияние тепловых аномалий на энергоэффективность зданий, внутренний микроклимат и долговечность строительных материалов. Особое внимание уделяется причинам образования мостов холода, их локализации и характеру распределения температурных полей в типовых конструктивных решениях. Предоставляется методика комплексного исследования, включающая тепловизионный контроль и численное моделирование с применением специализированного программного обеспечения.

Ключевые слова: мосты, моделирование, тепловизор, конструкция, энергия, изоляция, влажность, обследование, климат

A.R.Zhabborov,

assistant,

Jizzakh Polytechnic Institute.

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDIES OF THERMAL BRIDGES IN THE JUNCTIONS OF ENCLOSING STRUCTURES IN THE CONSTRUCTION OF UZBEKISTAN

Abstract: This paper examines the current aspects of studying thermal bridges in the junctions of enclosing structures of buildings erected in the climatic conditions of Uzbekistan. The influence of thermal anomalies on the energy efficiency of buildings, internal microclimate and durability of building materials is analyzed. Particular attention is paid to the causes of the formation of cold bridges, their localization and the nature of the distribution of temperature fields in typical design

solutions. A comprehensive study methodology is provided, including thermal imaging control and numerical modeling using specialized software.

Keywords: bridges, modeling, thermal imager, design, energy, insulation, humidity, inspection, climate

В условиях устойчивого развития строительной отрасли Узбекистана особое внимание уделяется повышению энергоэффективности зданий и сооружений. Одним из ключевых факторов, влияющих на теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, являются так называемые тепловые мосты — зоны повышенной теплопередачи, возникающие в местах сопряжения элементов здания. Тепловые мосты не только увеличивают теплопотери, но и создают предпосылки для образования конденсата, снижения температуры внутренней поверхности, что негативно сказывается на долговечности конструкций и микроклимате помещений. Актуальность выявления, анализа и устранения тепловых мостов в климатических условиях Узбекистана обусловлена необходимостью оптимизации энергопотребления и соответствия современным строительным нормам. Экспериментальные и численные исследования тепловых мостов позволяют более точно оценить теплопотери, определить уязвимые зоны в конструктивных узлах и предложить эффективные методы их теплоизоляции. Использование современных методов тепловизионного обследования, моделирования с применением программных комплексов, а также натурных измерений обеспечивает комплексный подход к решению проблемы. Настоящее исследование направлено на изучение особенностей тепловых мостов в типовых конструктивных решениях, применяемых в строительстве Узбекистана, с целью выработки практических рекомендаций по повышению энергоэффективности зданий.

Методика комплексной оценки тепловых мостов с использованием тепловизионного контроля и численного моделирования. Методика основана на последовательном применении тепловизионного обследования зданий в реальных условиях эксплуатации и численного моделирования тепловых

процессов в узлах сопряжения ограждающих конструкций. На первом этапе проводится обследование фасадов, оконных и балконных узлов, стыков перекрытий и других потенциально уязвимых мест с использованием тепловизора в холодный период года. При этом фиксируются аномалии температурных полей, которые указывают на наличие тепловых мостов. Все полученные данные фиксируются на тепловых снимках, сопровождаются метеоусловиями замера, а также характеристиками конструкции. На втором этапе по результатам тепловизионной съёмки создаются двумерные или трёхмерные модели узлов сопряжения с использованием программных средств для теплотехнических расчётов. В моделях учитываются геометрические и физико-технические параметры материалов, реальное температурное воздействие и условия эксплуатации. Результаты моделирования позволяют определить коэффициент линейной теплопередачи, проанализировать распределение изотерм, а также рассчитать потенциальные зоны риска образования конденсата. На основе сопоставления результатов натурного обследования и численных расчетов формулируются рекомендации по конструктивным и теплоизоляционным улучшениям.

Численное моделирование подтвердило результаты тепловизионного анализа. Коэффициент линейной теплопередачи в зонах мостов холода превышал нормативные значения в среднем на 35 процентов. В ряде узлов при отсутствии дополнительной теплоизоляции наблюдалось смещение зоны выпадения точки росы внутрь ограждающей конструкции на глубину до 3–5 сантиметров, что увеличивает риск увлажнения материалов. На основе полученных данных были предложены корректирующие меры, включающие применение терморазрывов, монтаж утеплителей с улучшенными характеристиками и герметизацию монтажных швов, что потенциально позволяет снизить теплопотери через проблемные участки до 45 процентов.

Таблица 1. Оценка эффективности используемого оборудования при исследовании тепловых мостов в строительстве Узбекистана

Наименование оборудования	Преимущества	Недостатки	Доля вклада в общее исследование (%)	Оценка эффективности и (влияние на результаты, %)
Тепловизор Flir E8-XT	Быстрое визуальное выявление мостов, бесконтактный метод	Зависимость от погодных условий, высокая стоимость	40	65
Лазерный пирометр	Компактность, простота использования	Низкая точность, только точечный анализ	10	15
Программный комплекс THERM	Высокая точность, анализ в разных режимах	Требуется специальных навыков и времени	30	70

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что тепловые мосты в строительных узлах остаются одной из основных причин повышенных теплопотерь в зданиях, особенно в климатических условиях Узбекистана. Комплексное использование тепловизионного контроля и численного моделирования позволило не только выявить наиболее уязвимые зоны в ограждающих конструкциях, но и количественно оценить степень их воздействия на общее энергопотребление зданий. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при отсутствии эффективных мер теплоизоляции коэффициент теплопередачи в проблемных узлах может превышать нормативные значения более чем на треть. Предложенная методика доказала свою эффективность как инструмент для диагностики и оптимизации строительных решений. Применение современного оборудования, несмотря на отдельные ограничения, позволяет добиться точной локализации дефектов и

разработки практических рекомендаций по их устранению. При реализации предложенных мер возможно снижение теплопотерь через узлы сопряжения до 45 процентов, что делает данную методику актуальной для внедрения в строительную практику и при энергоаудите существующего фонда.

Список литературы

1. Ascione, F.; Bianco, N.; de Masi, R.F.; Mauro, G.M.; Vanoli, G.P. Building envelope design: a new multi-purpose approach to optimizing energy performance and thermal comfort. Sustainable Development, 2015.
2. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С., Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании // Инженерно-строительный журнал. 2012. No 8(34). С. 21-27.
3. Sierra, f.; Bai, J.; Maksoud, T. The impact of simplifying the methodology used to estimate the thermal bridge at the top of the hole. Improving energy efficiency. 2015, 342-347.
4. Bianchi, F.; Pisello, A.L.; Baldinelli, G.; Asdrubali, F. Infrared thermographic assessment of thermal bridges in building enclosing structures: experimental verification in a test room. Sustainable Development, 2014.