

УДК 692.232.4

И.Н. Бабий¹, А.А. Борисов¹ И.А. Меньлюк²¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса²Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев**ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ**

В статье рассмотрены особенности термографического анализа зданий, утепленных навесными фасадными системами с вентилируемыми воздушным зазором с помощью тепловизора. Показано, что в большинстве обследованных зданий используется утеплитель, не отвечающий проектным решениям. Установлено, что основным «мостиком холода» является под облицовочная конструкция вентилированного фасада.

Ключевые слова: теплоизоляция, вентилируемый фасад, тепловизор, утепление, мостики холода

Проблема исследований

В последние несколько лет одним из динамично развивающихся методов утепления фасадов общественных, административных и жилых зданий являются «вентилируемые» фасады. Отличительной особенностью данных систем является наличие вентилируемого воздушного пространства между теплоизоляционным материалом и защитно-декоративным экраном.

Закрепляются данные системы без раствора или клея, с помощью специальных приспособлений (защелок, кляммеров, зажимов, клипс, заклепок и т.п.). Стена в таких системах постоянно остается сухой и теплой, так как навесной вентилируемый фасад защищает ее от температурных колебаний, а водяные пары, диффундирующие из помещений, удаляются сквозь воздушный зазор, не задерживаясь в слое теплоизоляции. С точки зрения теплофизики, вентилируемые фасады принято считать наиболее рациональным способом утепления зданий [1, 2].

В свою очередь изучить особенности эксплуатации таких конструкций в натуральных условиях и выполнить корректный расчет их теплоэффективности достаточно сложно. Это связано с тем, что система термически неоднородна: облицовочная конструкция, которая удерживает защитно-декоративный слой, в первую очередь металлическая (кронштейны, направляющие профили), а во вторых – ее крепление к поверхности фасада здания происходит с помощью все тех же металлических стержней (анкеров), глубина заложения и диаметр их расчетный. Тем самым, можно предположить, что вся конструкция навесного вентилируемого фасада является «мостиком холода» и значительно снижает коэффициент теплотехнической однородности. Как мы понимаем – это все технологические недочеты устройства таких систем, которые необходимо учитывать на этапе проектирования. Чтобы частично исключить вышеприведенные недочеты, например, в каркасно-монолитных зданиях, возможно, предусмотреть крепление кронштейнов только в перекрытия, одновременно усилив при этом сами кронштейны и направляющие профили, как это рекомендуют некоторые исследователи [3].

Как сказал ученый Луи Пастер, что только опыт дает истинный ответ, представляло интерес исследовать навесные вентилируемые фасадные системы в натуральных условиях. Одним из эффективных неразрушающих методов контроля над тепло-техническими характеристиками объектов является использование тепловизора.

Таким образом, учитывая актуальность исследований вентилируемых фасадов, для дальнейшего использования их результатов при проектировании, была сформулирована цель исследований. Она заключается в определении температуры поверхности фасадной теплоизоляции с отделкой индустриальными элементами и вентилируемым воздушным слоем в натуральных условиях с помощью тепловизора. Использование тепловизора при проведении энергоаудита зданий позволяет выявить места теплопотерь конструкцией в короткие сроки.

Результаты исследований

Как указывалось выше, исследования проводились на основе термографического анализа результатов натуральных экспериментов с помощью тепловизора. По мнению некоторых ученых их использование для таких целей нецелесообразно. Это вызвано тем, что, зачастую, защитно-декоративный слой таких систем имеет большую отражающую способность, и тем самым порождает эффект зеркала. При этом возможна значительная ошибка измерений. Следует отметить, что этот момент может относиться к тепловизорам первых серий, в которых была значительная ошибка измерений. В последнее время появляются новые тепловизоры, в конструкциях которых эта проблема решена. К таким и следует отнести тепловизор «FLUKE Ti45 FT». В свою очередь изучение вентилируемых фасадов с помощью таких приборов позволяет получить достаточно интересные результаты, которые связаны в первую очередь с конструктивно-технологическими особенностями зданий и систем их теплоизоляции.

Тепловизор – это прибор, принцип работы которого основан на способности улавливать инфракрасное излучение от обследуемых объектов и тем самым определять температуру поверхности. Он преобразовывает величину излучения в визуальную картинку распределения тепловых полей по поверхности объекта. Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получаются на экране



гласно некоторым исследованиям составляет, в среднем, 0,3 м/с. При этом, вследствие диффузии пара из помещения в сторону улицы в результате эксфильтрации, происходит увлажнение утеплителя. Отсутствие руста между плитками облицовки может привести к скапливанию влаги, что приводит к разрушению минераловатного утеплителя с течением времени, рис.1.



Рис.1. Фрагмент вентилируемого фасада – разрушение и выветривание минераловатного утеплителя

тепловизора в виде цветного изображения, градации цвета которого соответствуют различным температурам. Термограммы являются основой для анализа полученной информации по тепловому состоянию объекта.

Тепловизоры снабжены устройством для высвечивания на экране изотермических поверхностей, а также устройством для измерения выходного сигнала, значение которого функционально связано с измеряемой температурой поверхности.

При проведении обследований зданий соблюдались следующие условия:

- тепловизионная съемка проводилась при перепаде температур между внутренним и наружным воздухом в среднем 17 °С (согласно инструкции не менее 15 °С);

- измерения проводились при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымленности воздуха, инея на поверхностях, а также прямого солнечного облучения поверхностей ограждающих конструкций;

- обследуемые поверхности ограждающих конструкций не находились в зоне прямого и отраженного солнечного облучения за 18 часов до проведения измерений (согласно инструкции не менее 12 часов).

Ниже приведены термограммы фасадов зданий, которые утеплены по различным технологическим схемам. Они получены в результате проведения исследований в натуральных условиях в городах Одессе и Киеве.

В вентилируемых фасадных системах по внешнему виду можно выделить два основных конструктивно-технологических способа их устройства. Первый способ – это устройство защитно-декоративного экрана без зазоров между его элементами. В данном случае величина скорости движения потока воздуха в воздушной прослойке со-

Таким образом, результаты исследований таких систем показали, что даже незначительная скорость воздушного потока в подоблицовочном пространстве и небольшая плотность утеплителя приводят к его «старению», т.е. к разрушению.

Как видно на термограмме (рис.2), основными проблемными частями здания являются углы и обрамления вокруг окон. Так при наружной отрицательной температуре воздуха в -4 °С, температура облицовочного материала практически по всей поверхности составляет в среднем -2 °С. При этом необходимо учесть и тот факт, что теплопроводность керамогранитной плитки, с помощью которой облицован фасад, меньше, нежели металлической конструкции, выступающей на поверхности в виде защитной конструкции деформационного шва, температура которой -3 °С. Это свидетельствует о том, что в подоблицовочном пространстве находится прогретый воздух, что и видно на термограмме на рисунке 2.г. Это, вероятно, вызвано некорректным теплотехническим расчетом или же нарушением технологии устройства фасадной системы, а именно применением утеплителя небольшой плотности и малой толщины. Таким образом, теплый воздух «обогревает» фасадную облицовку. В свою очередь подоблицовочная конструкция «прогревается» благодаря теплопроводности, вследствие вероятного отсутствия термовкладышей.

По второму способу – устройство защитно-декоративного экрана происходит с образованием зазоров (руста) между его облицовочными элементами. Разработчиками предполагалось, что через русты потоками воздуха влага с подоблицовочного слоя будет выводиться наружу, тем самым происходит интенсивное высушивание минераловатного утеплителя. Следует отметить, что в таких системах скорость воздушного потока в вентилируемом зазоре составляет 1-2 м/с, а в некоторых случаях – до 5 м/с.

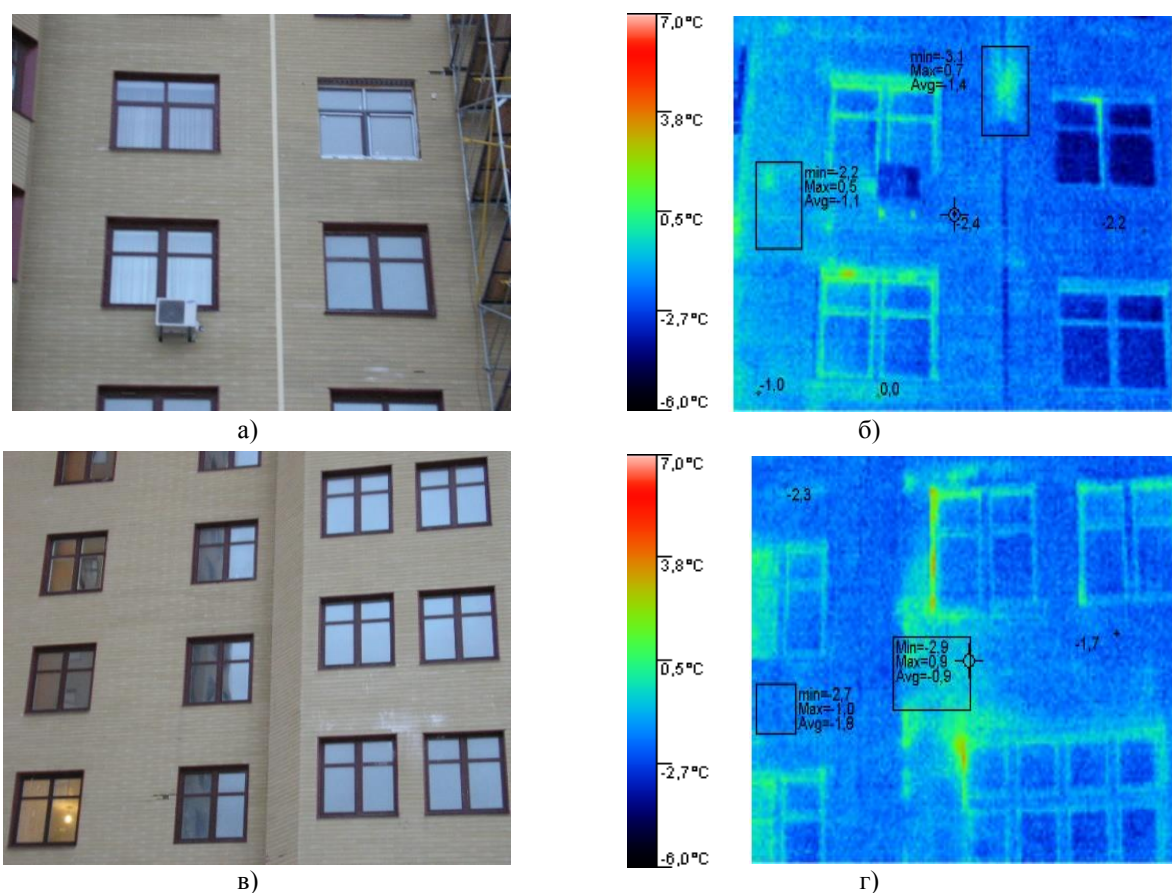


Рис.2. Жилое здание, построенное в г. Киев, утепленное вентилируемым фасадом
а), в) внешние виды здания; б), г) термограммы

Также предполагалось, что оптимальный размер рустов, вычисленный с учетом поверхностного натяжения воды, препятствует проникновению дождевой влаги, т.е. предположительно, исключается увлажнение минераловатного утеплителя ей. В том случае, когда происходит его увлажнение вследствие эксфильтрации, то при сухой погоде за счет вентиляции происходит его высушивание. Необходимо отметить, что этот технологический способ устройства малоэффективен в случае резкого перехода температуры через 0°C, в частности, в осенне-зимний период, когда дожди чередуются с отрицательной температурой. В такой ситуации увлажненный утеплитель промерзает и может находиться в таком состоянии весь период сохранения отрицательной температуры воздуха, соответственно, может происходить промерзание поверхностной части стены вследствие малой толщины утеплителя.

Результатом исследования такой системы служат термограммы фасадов зданий, как указывалось ранее, полученные в осенне-зимний период, рис. 3, 4. На рисунках 3.а и 3.б, приведены результаты термомониторинга жилого здания (г. Одесса) с навесным вентилируемым фасадом с облицовкой из керамогранита.

Анализ термограмм показал (рис.3.а, б), что частичная утечка тепла происходит через стыки

навесных элементов вентилируемого фасада. При этом температура воздуха в вентилируемом слое равняется 1 °С. В свою очередь необходимо отметить, что не теплоизолированные конструкции здания, выходящие за пределы конструкций утепления, в виде балконов, эркеров или карнизов, являются значительными «мостиками холода». Так их температура поверхности составила в среднем 3 °С. Это указывает на необходимость обязательного утепления этих конструктивных элементов зданий.

В свою очередь, на рисунке 4 приведены термограммы административного здания, которое также находится в г.Одессе. В качестве элементов экрана используются плиты из керамогранита. Было установлено, что в местах стыков навесных элементов экрана (рустов) вентилируемого фасада температура в 1.5-2 раза выше по сравнению с температурой поверхности этих элементов. Это свидетельствует, в свою очередь, об утечке тепла из внутренних помещений зданий через слой теплоизоляции в вентилируемый зазор.

Как показали термограммы, достаточно проблемным является закрепление декоративных элементов системы, возможность выветривания слоя минерального утеплителя воздушными потоками даже с малой скоростью.

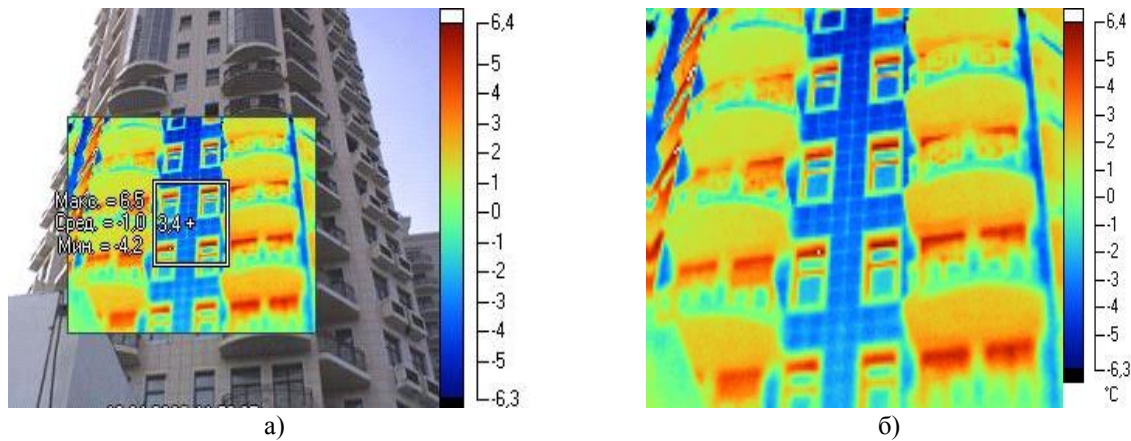


Рис.3. Жилое здание, утепленное по технологии вентилируемого фасада: а) фото фрагмента здания с областью обследования, б) термограмма

К сожалению, ни один из приведенных выше конструктивно-технологических решений утепления фасадов не решают в полной мере проблему эффективной теплоизоляции зданий. Высокий энергосберегающий эффект от использования той или иной технологии утепления зданий может быть получен лишь в том случае, если при проектировании, комплектации и монтаже систем теплоизоляции будут

тированы или контроля при их устройстве, а именно при его выборе.

3. Термограммы, полученные с помощью тепловизора, в достаточной мере отражают теплоизоляционные характеристики фасадных систем. С их помощью можно с большой точностью вычислить реальные теплотери зданий.

Литература

1. Гагарин В.Г. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором / Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский В.Ю. // Журнал АВОК. – 2004. - № 2. - С.20-26; №3. – С.20-26.
2. Фаренюк Г.Г. Класифікація систем утеплення за експлуатаційними та конструктивними ознаками та порівняльний аналіз їх теплотехнічних властивостей / Фаренюк Г.Г. // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. –2008. - № 1 (28). – С.45-53.
3. Умнякова Н.П. Элементы навесных вентилируемых фасадов, определяющих их теплозащитные свойства / Н.П.Умнякова / Актуальные вопросы строительной физики. – М.: НИИСФ, 2009. – С.372-380.

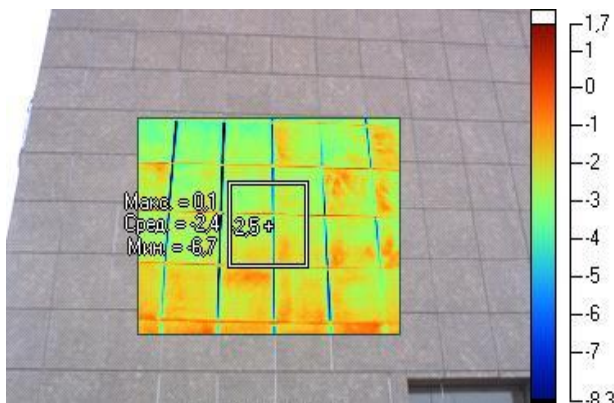


Рис.4. Административное здание каркасного типа с вентилируемым фасадом

учтены характер взаимодействия всех элементов системы и особенности работы утеплителя в системе в целом.

Выводы

1. Конструктивно-технологические особенности устройства теплоизоляционных фасадных систем с вентилируемым воздушным слоем оказывают значительное влияние на теплотери через ограждающие конструкции зданий.

2. Исследованные конструкции утепления зданий указали на необходимость выбора эффективно теплоизоляционного материала на стадии проек-

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Галушко, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса.

Автор: БАБИЙ Игорь Николаевич
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, кандидат технических наук, доцент.
E-mail – igor_babiy76@mail.ru

Автор: БОРИСОВ Александр Александрович
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, кандидат технических наук, доцент.
E-mail – komar9@mail.ru

Автор: МЕНЕЙЛЮК Иван Александрович
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, аспирант.

THERMOGRAPHIC ANALYSIS OF SYSTEMS OF VENTILATED FACADES

Babij I.N., Borisov A.A. Meneylyuk I.A

The article considers features thermographic analysis of buildings insulated hinged facade system with ventilated air gap using thermal imaging. It is shown that in most of tracked buildings used insulation that does not meet the project design. It was established that the main "cold bridges" are under-facing structure ventilated facade.

Keywords: insulation, ventilated facade, imager, insulation, cold bridges.