

А.А. Оленников, Е.В. Осокин, П.П. Кирилов, Е.Л. Гуца, В.В. Николенко

Сибирский государственный индустриальный университет

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СЪЕМКА ДЛЯ ПОИСКА СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ В ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ

Один из современных методов получения достоверной информации о текущем состоянии ограждающих конструкций здания, которые призваны защищать сооружения от внешнего негативного воздействия природных факторов, – тепловизионное обследование. Результаты таких обследований свидетельствуют о качестве проведенных строительно-монтажных работ. Решаемая этим методом задача – получение объективной картины о теплоизолирующем состоянии различных элементов конструкций зданий. В настоящее время широко используются традиционные методики проведения тепловизионной съемки [1, 2]. Однако стоит выделить особенности: это экспресс-обследование проблемных точек; возможность выявления критических ситуаций при работе элементов строительных конструкций.

Определение реальных характеристик тепловой защиты зданий регламентировано в ряде нормативных документов [3, 4], в которых определены задачи перед строителями в вопросах рационального использования тепловой энергии. Согласно этим нормативным документам разрабатывается энергетический паспорт здания и проводится тепловизионная съемка объекта. Энергетический паспорт – регламентированный нормативный документ, в формах которого по результатам энергоаудита сведены фактические и рекомендуемые показатели энергоэффективности и программа реализации имеющегося резерва экономии энергоресурсов.

С помощью тепловизионной съемки проводится высококачественная проверка теплозащиты здания, которая наглядно показывает наличие или отсутствие скрытых конструктивных, технологических, строительных или эксплуатационных дефектов теплозащиты зданий. При выполнении таких работ от организации требуется: участие в саморегулируемой организации; наличие необходимого специального оборудования; высококвалифицированные в тепловизионной съемке и строительном деле специалисты.

Обследование здания начинается с оценки его конструктивной схемы [5 – 7]: фундамента, конструкций стен, светопрозрачных ограждающих конструкций, элементов крыши. Полученные данные отражаются в протоколе или отчете проведения обследования. Далее проводится внешний визуальный осмотр здания и наружных ограждений и определяется доступность ограждающих конструкций для выполнения съемки тепловизионной камерой. На этапе подготовительных работ специалистами определяется методика проведения натурных обследований; в каждой организации используется собственная оригинальная методика исследований, основанная на рекомендациях [8 – 10].

Устанавливается порядок организации и проведения замеров, обработки результатов испытаний ограждающих конструкций и контроля уровня теплозащиты конструкций в натурных условиях, в последующем используются контактные методы измерений выборочных участков. Регламентируется проведение испытаний ограждающих конструкций зданий (наружных стен; покрытий; чердачных перекрытий; перекрытий над проездами; холодными подпольями и подвалами; ворот и дверей в наружных стенах; оконных и балконных дверных блоков, фонарей; других ограждающих конструкций, разделяющих помещения с различными температурно-влажностными условиями) и устанавливаются методы определения:

- приведенного сопротивления теплопередаче в натурных и лабораторных условиях;
- сопротивления теплопередаче участков ограждающих конструкций, неоднородных по теплотехническим параметрам, имеющих другой уровень теплозащитных свойств.

Примеры тепловизионного обследования различных конструкций

Разные виды ограждающих конструкций имеют свои характерные дефекты, которые можно разделить на два типа. Один из видов дефектов – это повышенная инфильтрация воз-

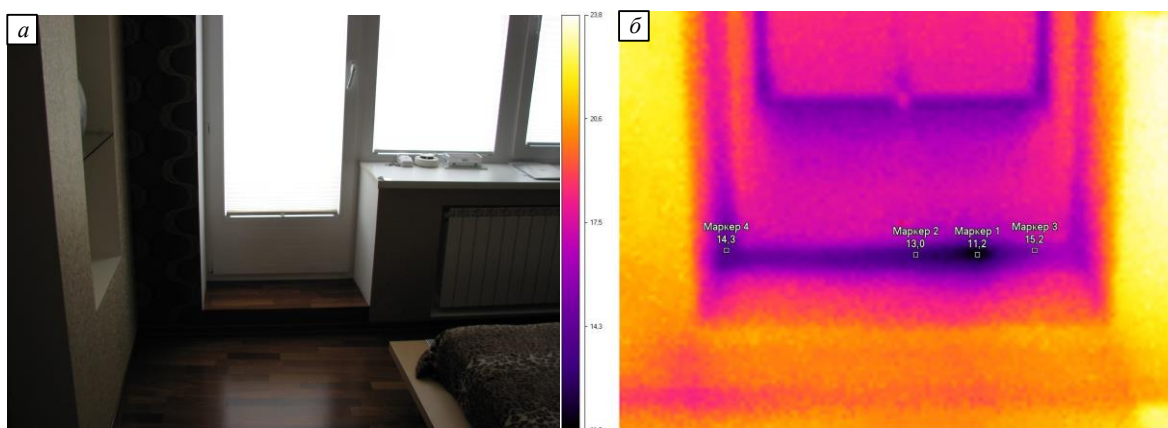


Рис. 1. Скрытые дефекты уплотнителя балконных дверей:
а – фотография балконной двери; б – термограмма балконной двери

духа через щели и неплотности в стыках элементов ограждающих конструкций. При внутренней тепловизионной съемке участки с инфильтрацией отображаются в виде холодных зон в местах проникновения холодного уличного воздуха в помещение. По данным организации ООО «Кузнецк Эксперт» щели в примыкании створок окон и балконных дверей (рис. 1) присутствуют у 80 % обследованных объектов. Причинами дефектов являются плохая регулировка створок, повреждения или отсутствие уплотнителей.

Обследование объектов частного коттеджного строительства из деревянных конструкций в большинстве случаев выявляет ряд существенных дефектов: в основном, некачественное исполнение работ по сборке деревянных срубов, наличие большого количества щелей между бревнами или брусьями сруба, через которые происходит фильтрация воздуха. Тепловизионная съемка показывает неравномерно прогретые области в строительных

конструкциях; причина возникновения таких областей – проникновение в помещения холодного наружного воздуха под действием тяги и ветра. Теплый воздух из помещений выходит через щели в верхней части стен и в примыканиях их к крыше.

Второй тип дефектов связан с нарушением теплоизоляции ограждающих конструкций. Результатом нарушений являются области с пониженной температурой на внутренней поверхности ограждающих конструкций, это так называемые «температурные аномалии». Основной задачей обследования является выявление всех температурных аномалий и причин их возникновения.

В качестве критериев дефектности используются показатели теплозащиты [4] – ограничение температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций и перепада между температурой внутреннего воздуха и средней температурой поверхности ограждающих конструкций (рис. 2). Причиной аномалий являют-

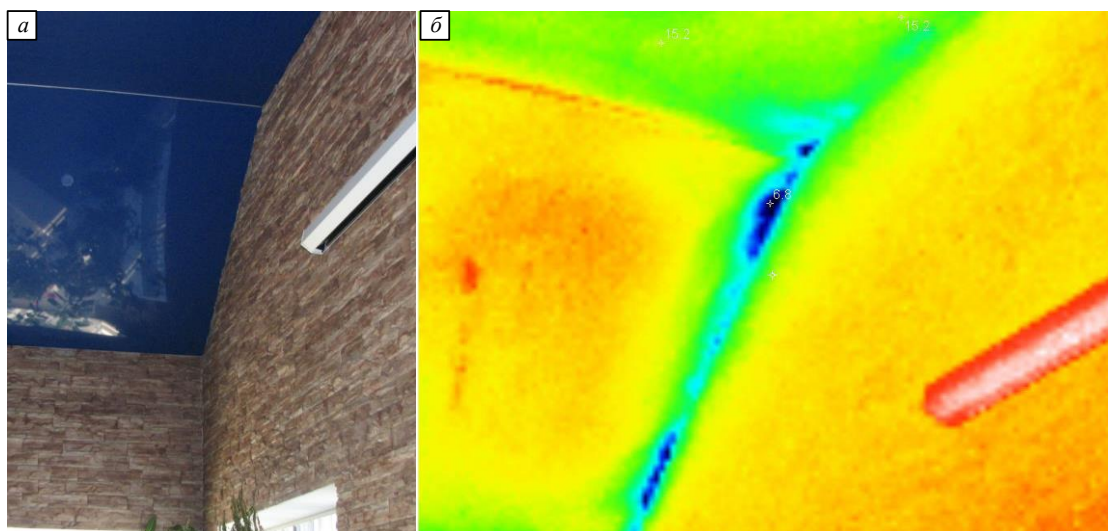


Рис. 2. Скрытые дефекты в стыках строительных конструкций:
а – фотография стыка строительных конструкций; б – термограмма стыка строительных конструкций

ся закладные элементы в стеновых панелях, недостаточная теплозащита и промерзание углов, недостаточное утепление стен, перекрытий, покрытий, цокольных этажей, нарушения швов и стыков между сборными конструкциями, нарушение технологии утепления, использование несоответствующих проекту материалов или отступление от проекта, иные причины.

Достаточно часто встречаются проблемы с утеплением элементов пластиковых окон, их стыков со строительными конструкциями. Ситуация с теплозащитой таких конструкций ухудшается при наличии щелей в несущей стене с инфильтрацией холодного воздуха в зазор, где располагается слой теплоизоляции. При этом воздух в зазоре за слоем внутренней отделки имеет значительно пониженную температуру, зачастую близкую к уличной (рис. 3).

Обследование проблемных объектов

Очень часто встречаются объекты (в том числе частные жилые строения), где высокий расход топлива и нарушение микроклимата не имеют явных причин. Тепловизионное обследование и экспертиза технической документации помогают выявить причину нарушений. В качестве примера можно привести квартиру на последнем этаже в элитном доме в городе Новокузнецке, где температура воздуха в одной из комнат опускалась ниже допустимой. Обследование показало, что к окнам и системе отопления нет претензий. Причиной нарушения микроклимата было отсутствие теплоизоляции на перекрытии (рис. 4). Проблема была решена путем укладки утеплителя на плиту перекрытия.

Еще один пример – тепловизионное обследование помещения зимнего сада на первом этаже в частном коттедже. В ходе обследования были выявлены чрезмерно высокие тепловые потери через несущую стену (рис. 5), при-

водящие к нарушению микроклимата. В результате этого система отопления, выполненная по проекту, не могла покрывать требуемую нагрузку, температура в помещении не поднималась выше 10 °С, и поэтому приходилось дополнительно производить нагрев тепловой пушкой.

Использование результатов тепловизионной съемки при проектировании и монтаже

Тепловизионный контроль новых и реконструированных зданий дает важную информацию для проектировщиков, выявляются удовлетворительные и/или неудовлетворительные проектные решения. Многие экспертные организации результаты тепловизионных обследований используют для корректировки проекта и объекта. К примеру, с помощью тепловизионной съемки проводится контроль тепловой защиты зданий, изучается срок службы тепловой изоляции и ее состояние. Такая информация будет полезной при разработке последующих проектов.

В настоящее время растет популярность каркасного домостроения с различными вариантами наружных стен: кирпичными, пенобетонными, навесными; однако и в современных зданиях встречаются свои характерные недостатки. Часто тепловизионное обследование показывает отсутствие теплоизоляции торцевой части железобетонных межэтажных перекрытий. Хотя конструкции соответствуют проекту, в некоторых случаях такой «мост холода» может быть признан дефектом теплозащиты. Это еще раз подтверждает, что тепловизионное обследование показывает поведение строительных конструкций и материалов в реальных условиях эксплуатации, а расчеты на стадии проектирования могут не учитывать ряд факторов.

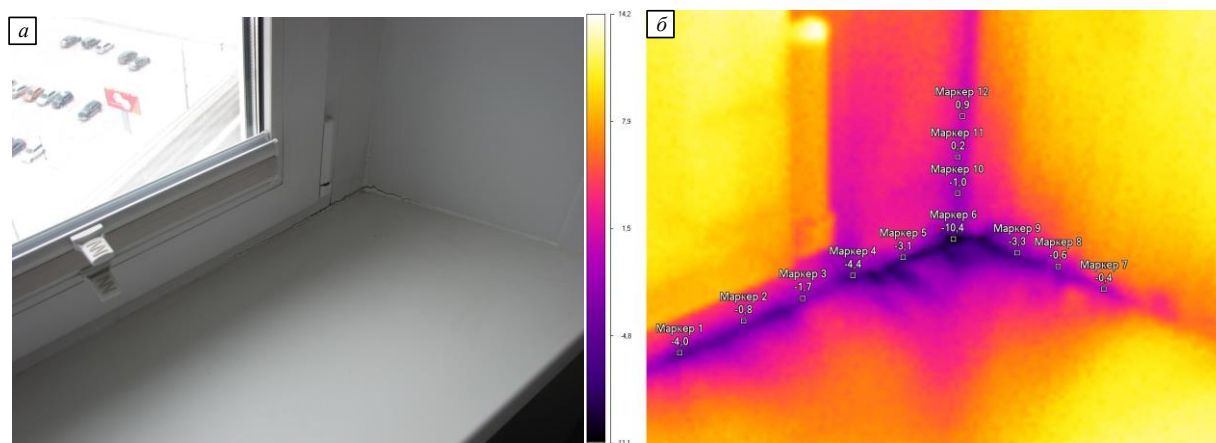


Рис. 3. Скрытые дефекты в стыках конструкций из поливинилхлорида (ПВХ):
а – фотография места стыковки конструкций ПВХ; б – термограмма места стыковки конструкций ПВХ

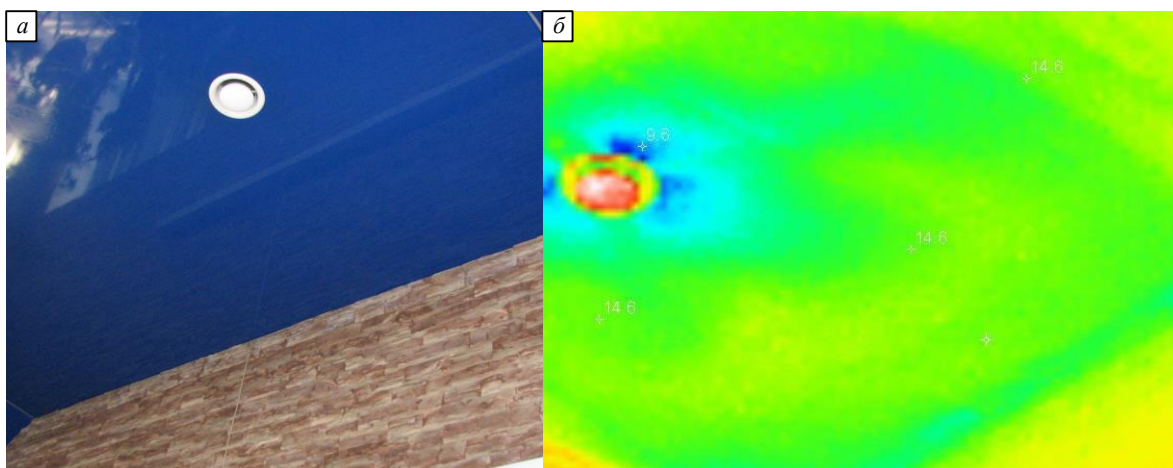


Рис. 4. Скрытые дефекты тепловой изоляции перекрытия:
 а – фотография перекрытия; б – термограмма перекрытия

Контроль энергоэффективности зданий

Кроме качественной картины состояния ограждающих конструкций важно получить данные о фактическом значении таких важных нормируемых параметров теплозащиты, как термическое сопротивление, коэффициент теплотехнической однородности, приведенное сопротивление теплопередаче.

Эта задача решается с помощью комплексного обследования. При помощи тепловизора выполняется экспресс-съемка, определяются проблемные места, а затем проводится мониторинг теплового режима ограждающих конструкций контактными датчиками температуры и теплового потока. Следует отметить, что такое обследование – это самый эффективный метод измерения фактического значения приведенного сопротивления теплопередаче элементов ограждающих конструкций в натурных условиях.

Результаты комплексного тепловизионного обследования используются для заполнения

графы фактических показателей в энергетическом паспорте здания, затем рассчитывается класс его энергоэффективности. В ряде регионов (например в Москве, Новосибирске) эта процедура обязательна: энергетический паспорт необходим для получения от Ростехнадзора допусков на тепло- и электроснабжение законченных строительством объектов недвижимости.

Результаты обследований, проведенные ООО «Кузнецк Эксперт», показывают, что лишь немногие новые здания имеют повышенный класс энергоэффективности, почти четверть обследованных объектов имеет пониженный класс энергоэффективности. Обязательный тепловизионный контроль в сочетании с мерами экономического стимулирования должен способствовать строительству энергоэффективных зданий и экономии топливно-энергетических ресурсов.

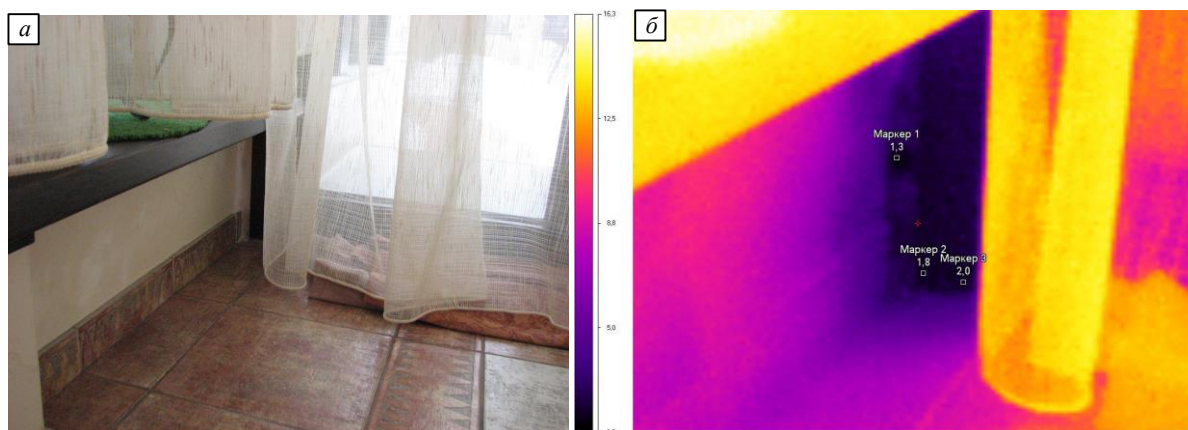


Рис. 5. Скрытые дефекты тепловой изоляции несущей стены:
 а – фотография несущей стены; б – термограмма несущей стены

Выводы. Можно предположить, что дефекты теплозащиты зданий, не являющиеся критическими для несущей способности конструкций зданий в целом, существенны для микроклимата помещений. В настоящее время тепловизионная съемка – самый быстрый, эффективный и недорогой способ получения информации о реальном состоянии тепловой защиты объекта недвижимости, выявляющий скрытые дефекты неразрушающим способом. Тепловизионный мониторинг, выполняемый с определенной периодичностью, позволит не только следить за состоянием тепловой защиты зданий и сооружений, но и накапливать статистические данные, которые будут полезны проектировщикам при выборе элементов строительных конструкций и тепловой изоляции вновь строящихся или реконструируемых объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В а в и л о в В.П. Тепловидение для инженеров: учебное пособие. – Томск: изд. Томского политехн. ун-та, 2012. – 127 с.
2. Д р о з д о в В.А., С у х а р е в В.И. Термография в строительстве. – М.: Стройиздат, 1987. – 238 с.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2004. – 352 с.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. – 47 с.
5. Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. – РД-13-04-2006. – Ростехнадзор, 2006. – 50 с.
6. Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритного тепловизора (ВСН 43-96). Утв. 30.07.96 Департаментом строительства г. Москвы. – 21 с.
7. А б р а м о в а Е.В., В а в и л о в В.П., Ч у л к о в А.О., Л а р и о ш и н а И.А. Методические рекомендации по энергетическому аудиту строительных зданий и сооружений с использованием метода инфракрасной термографии. – Томск: изд. Томского политехн. ун-та, 2012. – 49 с.
8. ГОСТ 26629 – 85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. Утв. и введен в действие Постановлением Государственного комитета по делам строительства от 5 октября 1985 г. № 173. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 14 с.
9. Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом (летний вариант). Свид. об аттестации МВИ № 02/442-2002 от 9 августа 2002 г. – 43 с.
10. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники. – МДС 23–1.2007. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007 – 12 с.

© 2015 г. А.А. Оленников, Е.В. Осокин,
П.П. Кирилов, Е.Л. Гуца, В.В. Николенко
Поступила 9 декабря 2015 г.