

УДК.536.52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Низовцев М.И., Стерлягов А.Н.

Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск

В последнее время тепловизионная техника получает все более широкое применение для диагностики в различных областях науки и техники. Тепловизионная диагностика является одним из современных эффективных методов неразрушающего контроля за теплотехническим состоянием различных зданий и сооружений [1]. Обследования проводятся с помощью тепловизионных камер (тепловизоров), принцип работы которых основан на регистрации излучения в инфракрасном спектре, которое содержит информацию о температуре поверхности обследуемого объекта. Регистрируемые температурные поля характеризуют теплозащитные свойства ограждающих конструкций здания, что позволяет разрабатывать предложения по повышению эффективности их эксплуатации.

В настоящем докладе представлены результаты теплотехнических обследований малоэтажных зданий, накопленные в Институте теплофизике СО РАН за последние годы [2]. Обследования выполнялись с применением тепловизионной камеры ТН-7102 производства концерна «NEC» (Япония). Данная тепловизионная камера представляет собой компактный прибор, который использует неохлаждаемую микроболометрическую матрицу, регистрирующую длинноволновое ИК излучение (8÷14мкм). Это позволяет измерять температуру в широком диапазоне от -40⁰С до 500⁰С. Наличие встроенной цифровой фотокамеры позволяет одновременно с термограммой фиксировать изображения исследуемого объекта. Это существенно упрощает процесс дальнейшего анализа полученных данных. При теплотехническом обследовании дополнительно с тепловизором весьма эффективно использовать инфракрасный пирометр и фиксировать температуру окружающего воздуха для калибровки показаний тепловизора.

Тепловизионная диагностика должна проводиться в соответствии с требованиями различной нормативно-технической документации. На данный момент уже разработано достаточно много различных документов и методик тепловизионных обследований по основным направлениям диагностики ограждающих конструкций зданий [3-6]. При этом следует отметить, что тепловизионная техника позволяет исследовать тепловые процессы в основном на качественном уровне.

При осуществлении тепловизионного обследования существенное значение имеет выявление основных факторов, влияющие на погрешность измерения. Исходя из опыта работы, можно выделить следующие основные факторы. Тепловое отражение – отражение излучения от находящихся вокруг объектов, наиболее существенное отражение от солнечного излучения. Влияние атмосферы – поглощение излучения в зависимости от влажности воздуха и т.д. Излучательная способность объекта существенно влияет на результаты измерений, поскольку, наблюдаемый объект может состоять из различных материалов, а коэффициент излучения существенно отличается у различных материалов. В тоже время у большинства строительных материалов этот коэффициент близок к 1, что упрощает измерения. Тепловизионный контроль должны выполнять квалифицированные сотрудники при отсутствии солнца (желательно в облачную погоду, ночью). Таким образом, эффективность тепловизионной диагностики в значительной степени определяется не только высокими характеристиками используемой аппаратуры, но и квалификацией оператора.

Использование тепловизионной техники позволяет эффективно выявить, как ошибки проектирования тепловой защиты малоэтажных зданий, так ошибки монтажа допущенные непосредственно в процессе строительства здания. Перечисленные задачи решаются в ходе комплексного обследования. Комплексное обследование включает тепловизионную съемку как внутренней, так и наружной поверхностей ограждения. При тепловизионной съемке с наружной стороны определяются характерные места с более высокими температурами на поверхности ограждающих конструкций и соответственно выявляются зоны повышенных тепловых потерь. При осмотре с внутренней стороны определяются места с пониженной температурой и дополнительно проверяется выполнение санитарно гигиенических требований строительных норм по обеспечению требуемых температур и температурных перепадов на внутренней поверхности ограждающих конструкций.

В докладе будет обращено внимание на проблемные зоны тепловой защиты малоэтажных зданий, обнаруженные при теплотехнических обследованиях с иллюстрациями в виде термограмм, полученных при наружной и внутренней тепловизионной съемке.

Выполненные теплотехнические обследования малоэтажных зданий показали, что основными источниками тепловых потерь через ограждающие конструкции, в большинстве случаев являются светопрозрачные конструкции (окна). Это очевидно объясняется тем, что сопротивление теплопередаче окон, как правило, существенно меньше сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытий. В результате температура на наружной поверхности окон существенно больше, чем температура на поверхности стен (рис. 1).

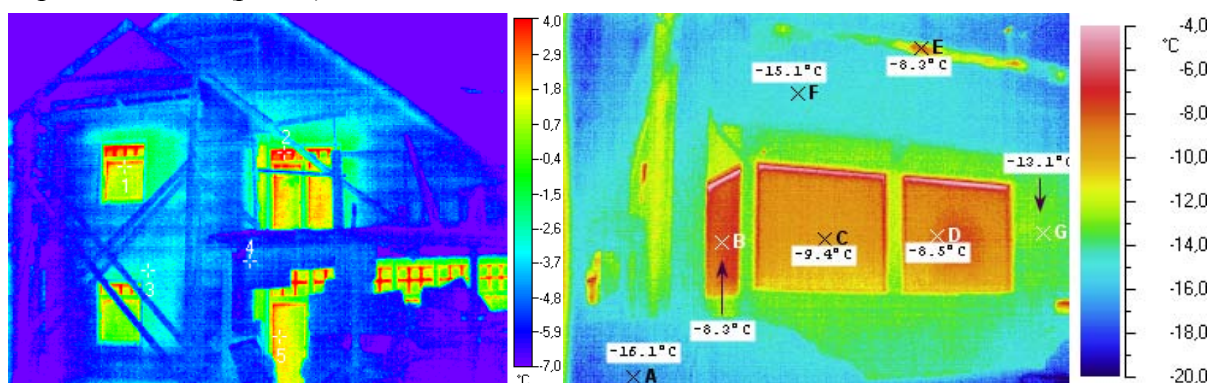


Рис. 1. Термограммы наружных поверхностей малоэтажных зданий.

При внутренней тепловизионной съемке на внутренней поверхности окон фиксируются температуры существенно более низкие, чем температуры внутренних поверхностей стен. Кроме того, имеет место достаточно много дефектов установки окон. В результате, часто наблюдаются пониженные температуры на откосах по периметру окон и соответственно появляются проблемы, связанные с выпадением конденсата (рис. 2).

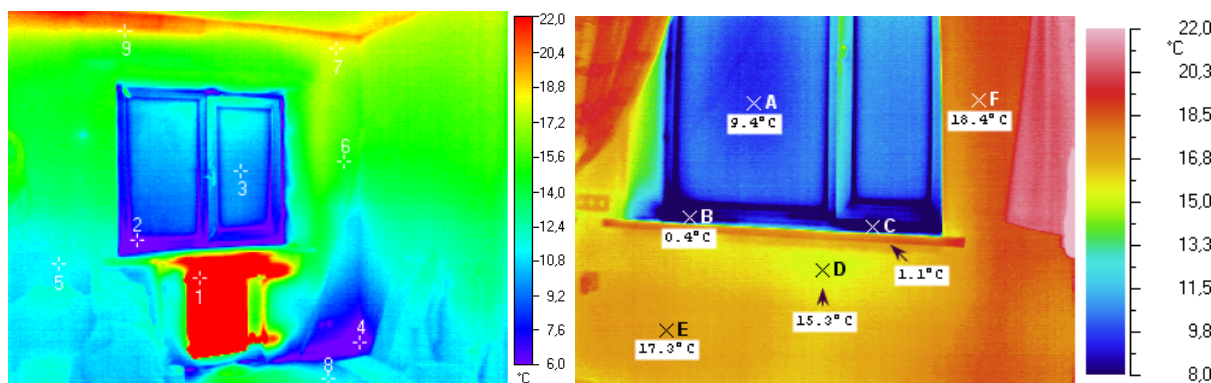


Рис. 2. Термограммы внутренних поверхностей малоэтажных зданий.

Подобные проблемы с пониженными температурами и конденсатом на стыках, вследствие некачественной герметизации часто возникают у балконных дверей и витражных конструкций (рис. 3).

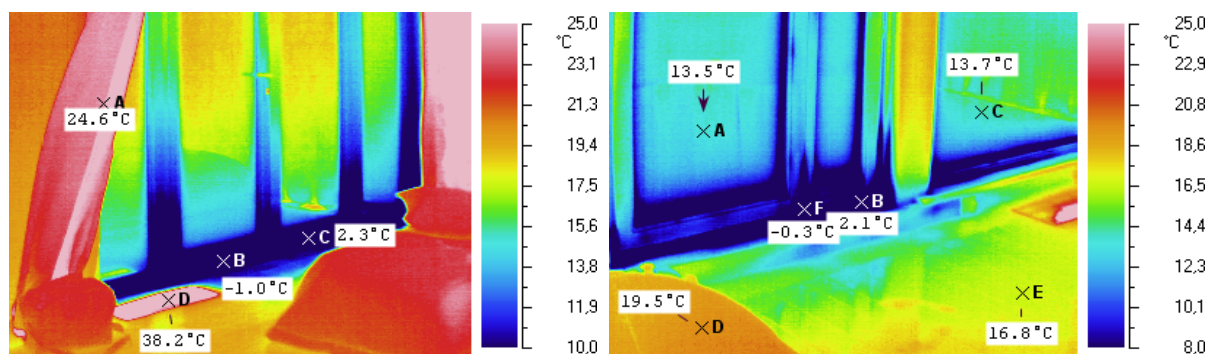


Рис. 3. Термограмм внутренней поверхности балконных дверей и витражных конструкций.

Кроме высоких теплопотерь через остекленные поверхности в помещениях следует также учитывать, что даже при поддержании достаточно высокой температуры воздуха в помещении с большой площадью остекления, могут быть проблемы с комфортными условиями. Это происходит вследствие того, что в помещении будет большая площадь поверхностей с низкими температурами (рис. 3) и соответственно повышенные радиационные теплопотери.

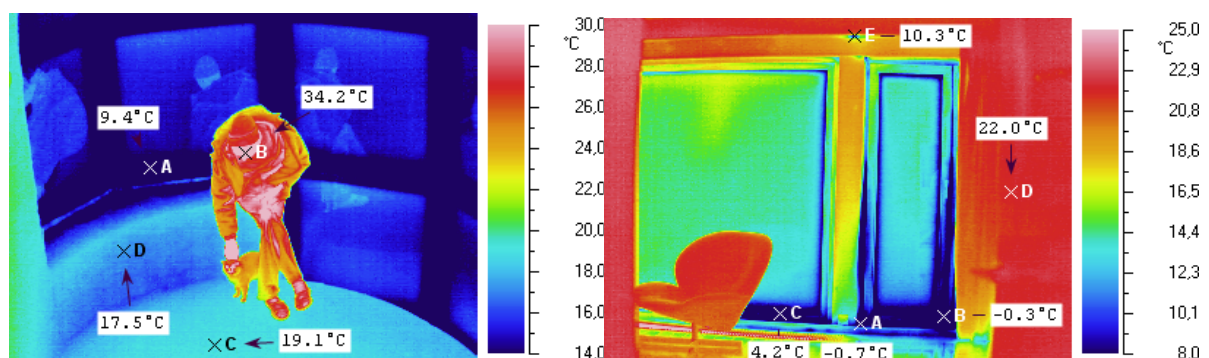


Рис. 4. Термограммы внутренних поверхностей помещений с большой площадью остекления.

Кроме неправильной установки, входные двери зачастую недостаточно утепляют и выполняют их без дополнительного входного тамбура. В результате на внутренней поверхности двери наблюдаются низкие температуры и соответственно повышенные потери тепла через двери (рис. 5)

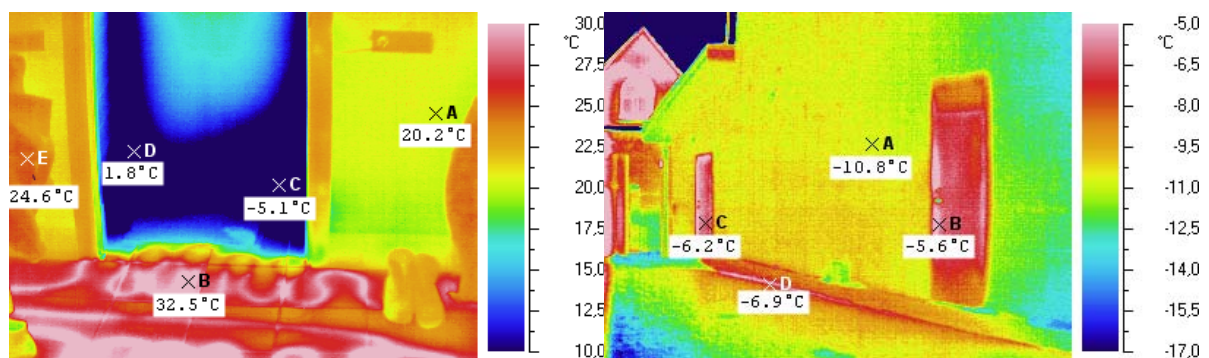


Рис. 5. Термограммы внутренней и наружной поверхности входных дверей.

Еще одной характерной особенностью, выявляемой при осмотре с внутренней стороны, являются пониженные температуры в угловых зонах наружных стен (рис. 6).

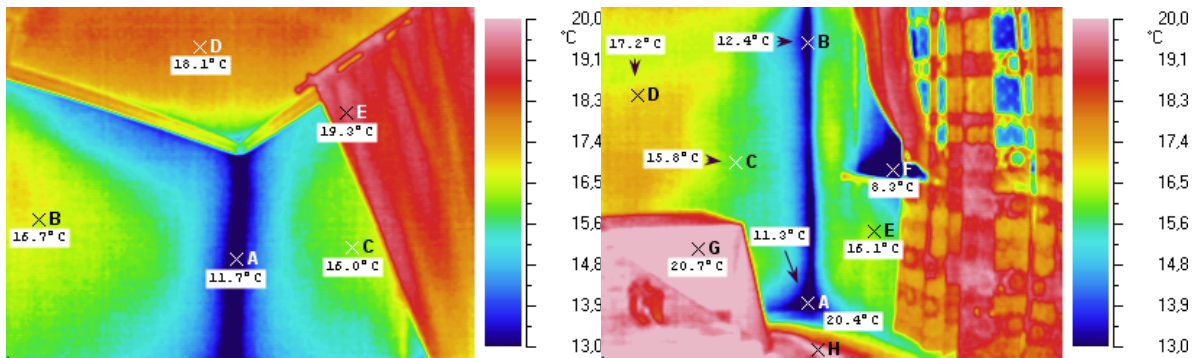


Рис. 6. Термограммы внутренних поверхностей угловых зон наружных стен.

Среди малоэтажных зданий распространенными являются здания с деревянными брусчатыми и бревенчатыми наружными стенами. Часто владельцы этих зданий не применяют дополнительного утепления наружных стен. Тепловизионные обследования подобных зданий показали, что в этом случае могут наблюдаться проблемы связанные с повышенными теплопотерями через швы (рис.7). Вероятно, это обусловлено недостаточной ветрозащитой стен даже при условии тщательной заделки швов.

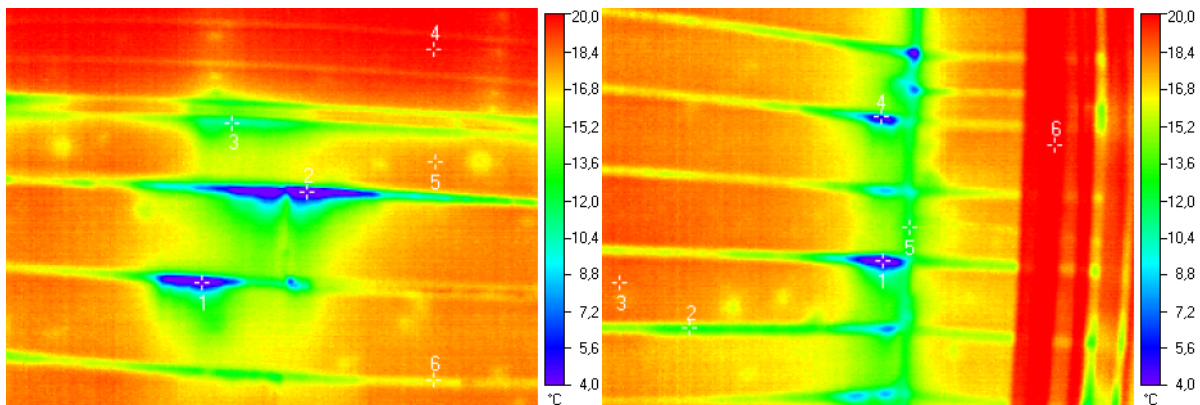


Рис. 7. Термограммы внутренней поверхности стены брусчатого здания.

Аналогичные проблемы, связанные с недостаточной ветровой защитой, могут возникать также в малоэтажных зданиях из прессованной соломы. В результате наблюдаются зоны с пониженными температурами на внутренних поверхностях стен (рис. 8).

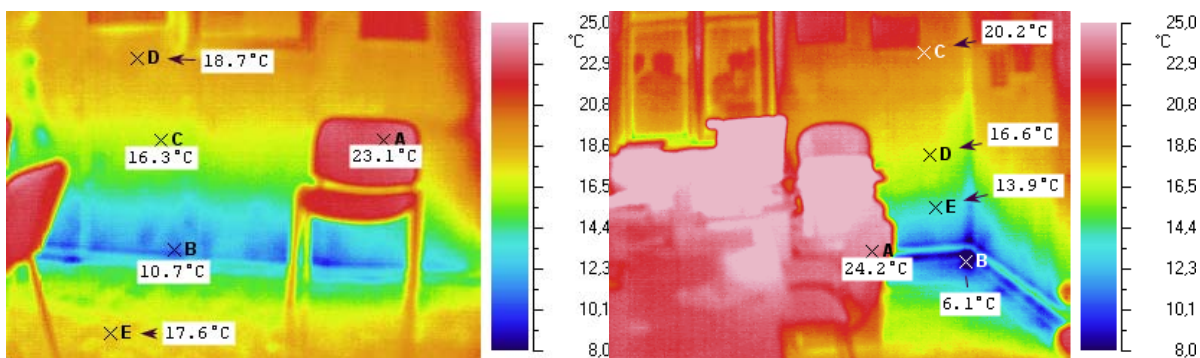


Рис. 8. Термограммы внутренней поверхности стены здания из прессованной соломы.

Одной из самых распространенных ошибок утепления ограждающих конструкций малоэтажного здания является отсутствие или недостаточное утепление цоколя здания (рис. 9).

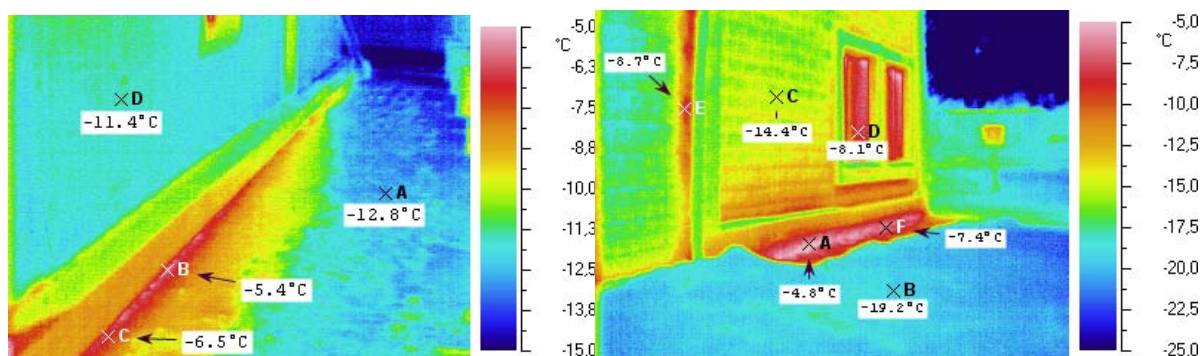


Рис. 9. Термограммы наружной поверхности неутепленного цоколя малоэтажного здания.

Еще одной распространенной ошибкой утепления здания является недостаточная теплоизоляция чердачного перекрытия. В результате на поверхностях перекрытий со стороны чердака наблюдаются зоны повышенных температур (рис. 10.).

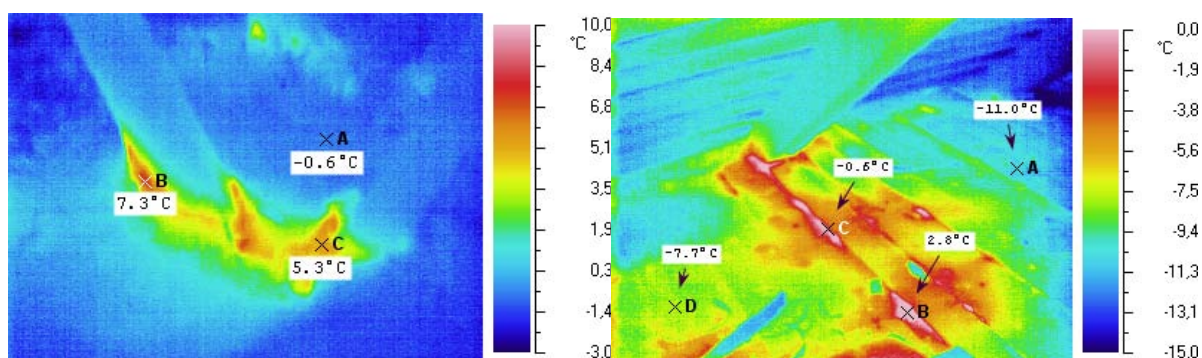


Рис. 10. Термограммы верхней поверхности чердачного перекрытия здания

В свою очередь, недостаточное утепление чердачного перекрытия приводит к повышенным потерям тепла через неутепленные стены чердачного пространства (рис. 11).

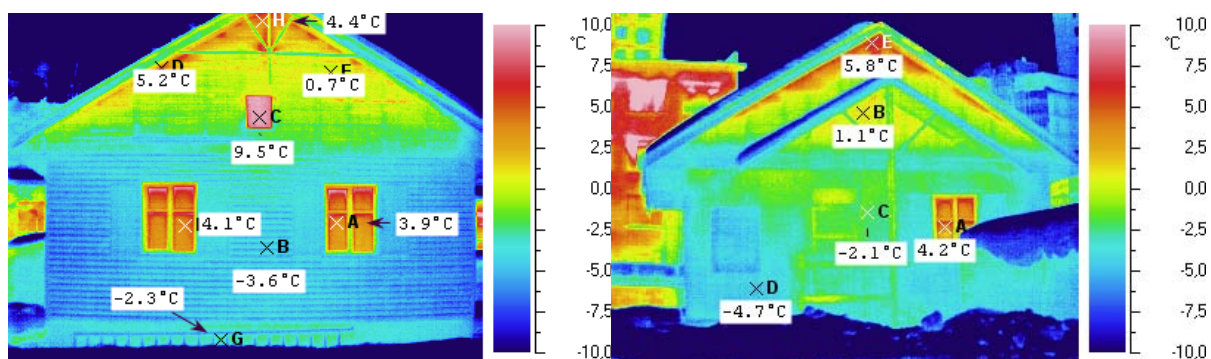


Рис. 11. Термограммы наружной поверхности неутепленного чердака малоэтажного здания

Типичной ошибкой является размещение теплового пункта и котла отопления около наружной неутепленной стены здания. В результате в данном месте происходят повышенные потери тепла и соответственно наблюдаются высокие температуры на наружной поверхности ограждающих конструкций (рис. 12).

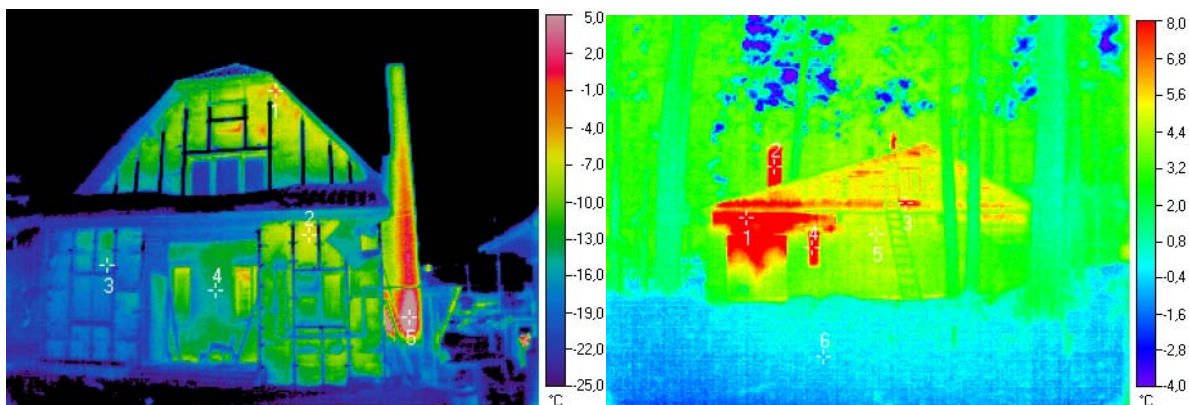


Рис. 12. Термограммы наружной поверхности неутепленного теплового пункта в малоэтажном доме.

Достаточно часто при тепловизионном обследовании каркасных малоэтажных зданий на внутренней поверхности стен встречаются зоны с пониженными температурами, вызванные так называемыми «мостиками холода» (рис. 13). Это происходит из-за того, что некоторые элементы каркаса здания, выполненные из теплопроводных материалов, проходят сквозь конструкцию стены здания.

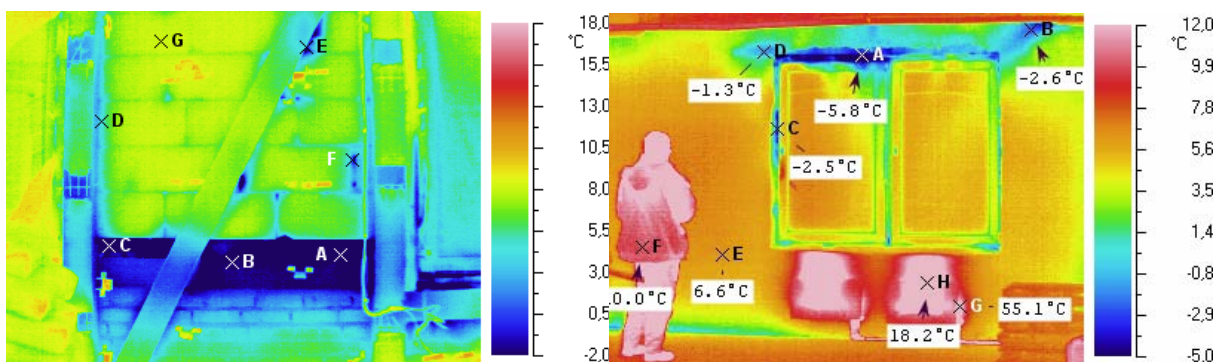


Рис. 13. Термограммы внутренней поверхности стены при наличии «мостиков холода».

При выполнении зданий с отапливаемым мансардами часто возникают проблемы, связанные с некачественным утеплением и герметизацией стыков кровли и стен (рис. 14).

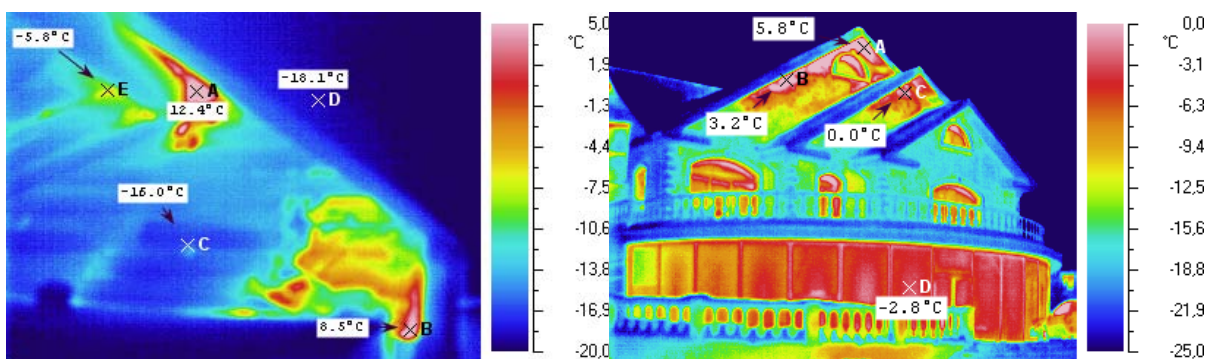


Рис. 14. Термограммы внутренней и наружной поверхности некачественно утепленной мансарды.

Кроме распространенных ошибок утепления малоэтажных зданий, встречаются и нетипичные. Так, например, при внутренней тепловизионной съемке здания были выявлены низкие температуры поверхности пола 1-го этажа. При этом в соседнем аналогичном здании температура поверхности пола была высокой. Причина оказалась в следующем. В обоих зданиях был неотапливаемый подвал, в котором, однако были проложены неизолированные трубы системы отопления, которые нагревали пространство в подвале. При этом в первом здании перекрытие над подвалом было утеплено, в результате пол за счет его теплоизоляции не нагревается и остается более холодным. Во втором здании перекрытие над подвалом было неутеплено, в результате температура поверхности пола была высокой.

После известного землетрясения в 2003 году на Горном Алтае в поселке Белтир было построено новое здание школы. Новое здание представляет собой деревянный каркас, утепленный минеральной ватой и снаружи облицованный сайдингом. Поскольку в данной местности повышенные выделения радона, то в соответствии с существующими нормами каркас был установлен на сваях над поверхностью земли. После постройки оказалось, что температуру воздуха внутри помещений не могли поднять до необходимой величины, несмотря на достаточную мощность котельной и утепленные стены. По результатам тепловизионного обследования было установлено, что у данного здания происходят повышенные теплотери через цокольную часть под основным полом здания (рис. 15). После вскрытия фрагмента пола оказалось, что в его составе отсутствует ветровая защита, в результате утеплитель продувался ветром.

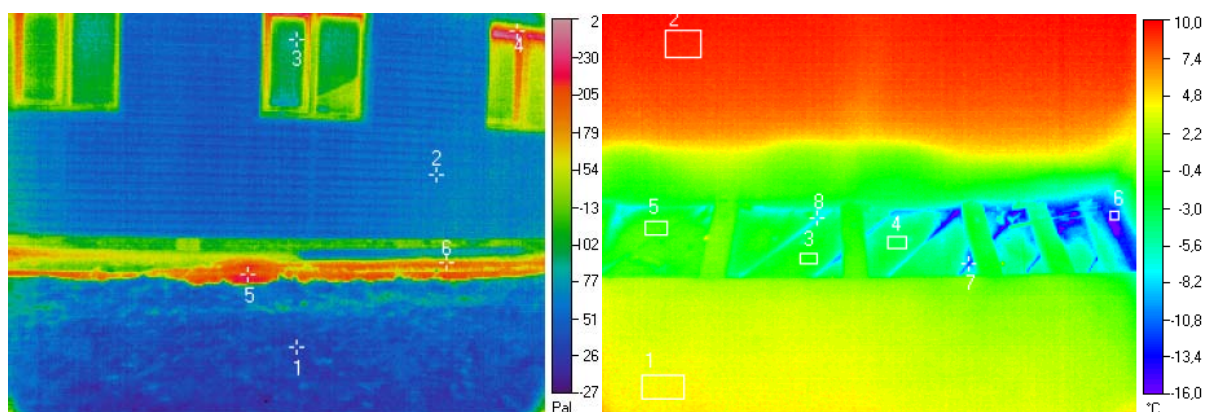


Рис. 15. Термограммы наружной поверхности цоколя и внутренней поверхности пола здания школы.

Таким образом, накопленный практический опыт в Институте теплофизике СО РАН показывает, что тепловизионная съемка является эффективным методом теплотехнического обследования ограждающих конструкций малоэтажных зданий. При таком обследовании выявляются характерные участки конструкции с наиболее высокими тепловыми потерями, определяются строительные дефекты при утеплении зданий. Использование тепловизионной техники открывает широкие возможности в строительстве для практического определения эффективности теплозащиты зданий.

Литература

1. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и контроль. – М.: Спектр, 2009.
2. Низовцев М.И., Стерлягов А.Н. Тепловизионные обследования зданий и сооружений // Всероссийская конференция «Актуальные проблемы строительной отрасли» Новосибирск – 2008– с.125-126
3. ГОСТ 25314—82 Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения.

4. ГОСТ 26629—85 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
5. ВСН 43-96 Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров.
6. МДС 23-1.2007. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники.