

Тепловая защита зданий

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Метод тепловизионного контроля

Цеплавая ахова будынкаў

**ВЫЗНАЧЭННЕ ЦЕПЛАТЭХНІЧНЫХ НЕАДНАРОДНАСЦЕЙ
АГАРАДЖАЛЬНЫХ КАНСТРУКЦЫЙ**

Метад цеплавізійнага кантролю

(EN 13187:1998, IDT)

Настоящий государственный стандарт СТБ EN 13187-2016 идентичен EN 13187:1998 и воспроизведен с разрешения CEN/CENELEC, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. Все права по использованию европейских стандартов в любой форме и любым способом сохраняются во всем мире за CEN/CENELEC и его национальными членами, и их воспроизведение возможно только при наличии письменного разрешения CEN/CENELEC в лице Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

Издание официальное



Ключевые слова: здание, ограждающие конструкции, тепловые потери, инфракрасное излучение, дефекты, термография

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»)

ВНЕСЕН Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 4 марта 2016 г. № 21

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий стандарт входит в блок 4.02 «Теплоснабжение и холодоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 13187:1998 *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen — Infrarot-Verfahren* (Теплотехнические характеристики зданий. Качественное обнаружение термических неоднородностей ограждающих конструкций. Инфракрасный метод).

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 89 «Теплоизоляция зданий и их составных частей», секретариат которого находится при SIS.

Перевод с немецкого языка (de).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования европейского стандарта в связи с особенностями системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь.

С целью устранения ошибки в оригинале европейского стандарта в разделе 4 заменена ссылка: 5.3 на 6.3.

Сведения о соответствии государственного стандарта ссылочному европейскому стандарту приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Госстандарт, 2016

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Содержание

Введение	iv
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения.....	2
4 Сущность метода	2
5 Инфракрасная камера	3
6 Термографическое обследование.....	4
7 Отчет о термографическом обследовании.....	6
Приложение А (справочное) Контрольные термограммы	8
Приложение В (справочное) Примеры термограмм для каркасной стены без дефектов.....	10
Приложение С (справочное) Примеры термограмм для каркасной стены с преднамеренными дефектами.....	11
Приложение D (справочное) Примерный перечень требований к проведению обследований.....	12
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственного стандарта ссылочному европейскому стандарту.....	13

Введение

Европейский стандарт EN 13187:1998 входит в группу стандартов, устанавливающих методы оценки теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий. Европейский стандарт разработан на основе международного стандарта ISO 6781:1983 «Тепловая защита. Качественное определение термических неоднородностей ограждающих конструкций зданий. Инфракрасный метод».

Неоднородность теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, составляющих оболочку здания, вызывает изменение температуры их поверхности. На изменение температуры поверхности наружных ограждающих конструкций здания влияет наличие потока воздуха внутри и/или через оболочку здания. На основании распределения температуры поверхности конструкций могут быть определены зоны тепловых потерь здания, например, при нарушении теплоизоляции, содержание влаги и/или воздухопроницаемость.

Термография зданий представляет собой метод определения равномерности распределения температуры поверхности участка ограждающих конструкций зданий. На основании настоящего стандарта термографическое обследование поверхности конструкций производят с применением инфракрасной камеры, создающей тепловое изображение, основанное на радиационной температуре обследуемого участка поверхности. Для получения теплового изображения, представляющего общее излучение теплового потока различных частей поверхности, инфракрасная камера преобразует тепловое излучение поверхности в инфракрасное излучение. Интенсивность изображения зависит от температуры и характеристик поверхности, условий окружающей среды и характеристик применяемой инфракрасной камеры. Метод обследования включает оценку тепловых изображений (термограмм).

Тепловая защита зданий
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
Метод тепловизионного контроля

Цеплавая ахова будынкаў
ВЫЗНАЧЭННЕ ЦЕПЛАТЭХНІЧНЫХ НЕАДНАРОДНАСЦЕЙ
АГАРАДЖАЛЬНЫХ КАНСТРУКЦЫЙ
Метад цеплавізійнага кантролю

Thermal performance of buildings
Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes
Infrared method

Дата введения 2017-03-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает порядок контроля теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий и определения зон структурной неоднородности методом термографического обследования. Данный метод применяется для предварительного обследования ограждающих конструкций зданий с целью определения существенных изменений теплотехнических характеристик, включая воздухопроницаемость.

В настоящем стандарте рассматриваются два вида термографического обследования.

Обследование с применением инфракрасной камеры предназначено, как правило, для определения общих характеристик ограждающих конструкций вновь построенных зданий или для контроля результатов реконструкции существующих зданий.

Упрощенное обследование с применением инфракрасной камеры применяют при проведении проверок, например, в процессе реконструкции объекта, а также при проведении производственного и инспекционного контроля.

Данные виды термографического обследования различаются только порядком оценки результатов и оформлением отчета об обследовании.

Результаты, полученные при помощи данного метода обследования, обрабатывают и оценивают лица, имеющие соответствующую квалификацию.

Настоящий стандарт распространяется на определение расположения термически неоднородных зон и зон воздухопроницаемости ограждающих конструкций.

Настоящий стандарт не распространяется на определение степени тепловой защиты и герметичности ограждающих конструкций. Для определения данных характеристик требуются другие методы обследования.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN ISO 7345:1995 Тепловая защита зданий. Физические величины и определения (ISO 7345:1987)

EN ISO 9288:1996 Тепловая защита зданий. Теплопередача излучением. Физические величины, термины и определения (ISO 9288:1989).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в EN ISO 7345 и EN ISO 9288, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 термография (Thermographie): Определение и представление распределения температуры поверхности в зависимости от плотности инфракрасного излучения, включая оценку причин, вызывающих неоднородность тепловых изображений.

3.2 тепловое изображение (Wärmebild): Изображение объекта контроля, создаваемое инфракрасной камерой на основании распределения радиационной температуры излучения поверхности.

3.3 термограмма (Thermogramm): Тепловое изображение объекта контроля, зафиксированное на экране камеры и записанное на видеокассету, цифровую дискету или жесткий диск компьютера в виде файла.

3.4 общее излучение (Gesamtstrahlendichte): Отношение значения теплового потока к произведению поправочного коэффициента величины телесного угла, ограничивающего тепловой поток, и площади проекции поверхности, перпендикулярной к направлению данного потока (EN ISO 9288:1996).

Примечание — Общее излучение состоит из излучаемого поверхностью, а также излучения, проходящего через поверхность и отраженного.

3.5 радиационная (яркостная) температура ((scheinbare) Strahlungstemperatur): Температура, определяемая на основании измеренного общего излучения теплового потока при передаче теплоты излучением.

Примечание — Данная температура является эквивалентной температуре абсолютно черного тела, создающего такой же тепловой поток при передаче теплоты излучением.

3.6 изотермическое изображение (Isothermen-Diagramm): Тепловое изображение, представленное в виде изотермы.

3.7 изотерма (Isotherme): Изображение распределения температуры в виде точек, линий или участков с одинаковой плотностью инфракрасного излучения.

3.8 инфракрасная камера (теповизор) (IR-Kamera): Сенсорная система восприятия инфракрасного излучения и создания теплового изображения на основании радиационной температуры.

4 Сущность метода

Термографическое обследование участка поверхности здания включает:

а) определение распределения температуры поверхности участка ограждающих конструкций здания на основании распределения радиационной температуры излучения, полученного с помощью инфракрасной камеры;

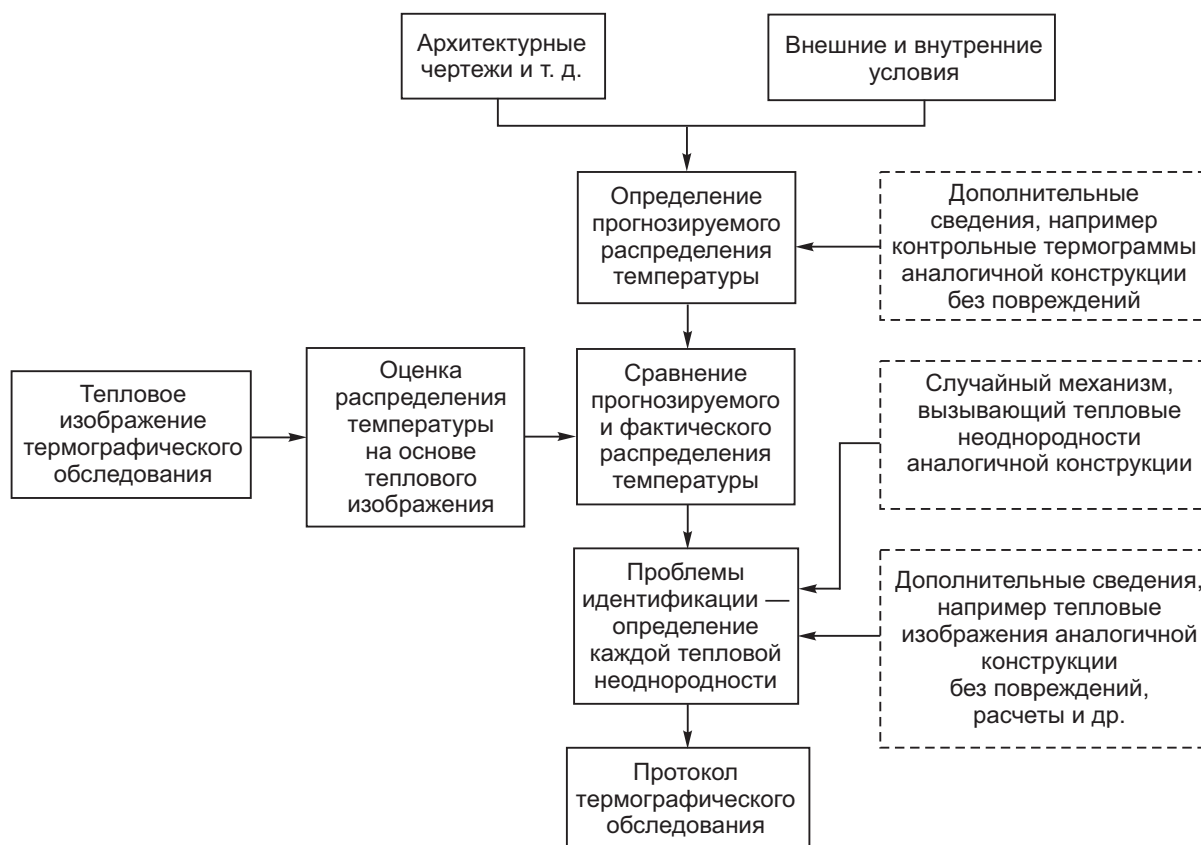
б) определение отклонений, превышающих предельные значения, при распределении температуры поверхности конструкций и установление причин их возникновения, например повреждение теплоизоляции, нарушение влагонепроницаемости и/или наличие зон воздухопроницаемости;

с) оценку вида и объема имеющихся дефектов (при их наличии).

Чтобы определить отклонения теплотехнических характеристик от предельно допустимых значений, сравнивают полученные термограммы с прогнозируемым распределением температуры поверхности, которое должно соответствовать расчетным значениям для данной климатической зоны на момент проведения обследования. Прогнозируемое распределение температуры может быть определено по контрольным термограммам согласно 6.3* и приложениям А, В и С расчетом или другим способом. Определение производят на основании данных проектной или другой документации, относящейся к наружным ограждающим конструкциям, с учетом существующих систем отопления и кондиционирования воздуха обследуемого здания.

Общий метод интерпретации тепловых изображений схематически представлен на рисунке 1.

* Исправлена ошибка.



Примечание — Ячейки, обозначенные пунктиром, указывают предполагаемое применение дополнительной информации.

Рисунок 1 — Общий метод интерпретации тепловых изображений при термографическом обследовании

5 Инфракрасная камера

Инфракрасная камера должна включать:

- датчики инфракрасного излучения, способные воспринимать радиационную температуру инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 2 до 12 мкм с обоснованным разрешением¹⁾;
- устройство, воспроизводящее на экране тепловое изображение в зависимости от радиационной температуры обследуемой поверхности;
- устройство, записывающее тепловое изображение, а также, при необходимости, значения данных, полученных при обследовании;
- устройство выбора диапазона значений температуры для обследуемой поверхности.

Во время проведения обследования не допускается перемещение инфракрасной камеры.

¹⁾ Учитывая результаты натурных испытаний, для применения настоящего стандарта достаточно, чтобы минимальная разрешающая способность датчиков температуры составляла 0,3 °С при температуре поверхности 20 °С и пространственной частоте 0,052 циклов/мм.

6 Термографическое обследование

6.1 Общие требования

Для определения конкретных требований, в частности с какой стороны ограждающей конструкции здания (наружной или внутренней) следует проводить термографическое обследование, необходимо учитывать следующие факторы:

- a) технические характеристики и пригодность оборудования для термографического обследования;
- b) характеристику ограждающих конструкций здания, в том числе тип, а также расположение систем отопления, строительных элементов и изоляционных слоев конструкций;
- c) излучательную способность поверхности, например облицовочных материалов;
- d) климатические условия;
- e) доступность проведения обследования;
- f) влияние окружающей среды;
- g) другие факторы, влияющие на результаты обследования.

Для выявления тепловых неоднородностей разность температуры внутренней и наружной поверхностей ограждающих конструкций здания должна быть достаточно большой. Чтобы упростить оценку термограмм, термографическое обследование желательно проводить при постоянной разности температуры и давления воздуха с наружной и внутренней сторон ограждающих конструкций (обработка термограмм, полученных при нестабильных условиях, требует большого опыта и профессиональных знаний в области строительной физики). Не допускается проводить обследование при значительных колебаниях температуры воздуха внутри и снаружи здания, при прямом солнечном облучении и резком изменении скорости ветра.

Данные требования необходимо учитывать при проведении термографического обследования. Отдельные требования могут быть изменены в соответствии с теплотехническими характеристиками обследуемых ограждающих конструкций и свойствами применяемой инфракрасной камеры, а также с учетом местных климатических условий. Преобладающие условия должны быть учтены при проведении обследования и оценке термограмм, а также подробно изложены в отчете о термографическом обследовании (раздел 7).

Примечание — В приложении D приведен примерный перечень требований к проведению обследований применительно к скандинавским климатическим условиям. Для обеспечения стационарных условий допускается устанавливать требования на национальном уровне.

6.2 Проведение обследования

Издают рабочие чертежи и другую документацию (при ее наличии) ограждающих конструкций здания. По соответствующим таблицам определяют излучательную способность поверхности материалов.

Фиксируют данные о температуре и влажности наружного воздуха, облачности и осадках, а также скорость ветра. Кроме этого, необходимо указать ориентацию здания по сторонам света.

Если при обследовании ограждающих конструкций учитывается воздухопроницаемость, то создают перепад давления наружного и внутреннего воздуха или проводят обследование в подходящее время при имеющемся перепаде давления. Если основной целью термографического обследования является локализация воздушных потоков, перепад давления на участке обследования должен составлять не менее 5 Па. Термографическое обследование проводят на стороне конструкции с меньшим давлением.

При обследовании следует учитывать влияние на температуру поверхности ограждающих конструкций вентилируемых воздушных слоев или тепловых потоков воздуха (при наличии труб в стенах, дымоходов и т. п.). Источники тепла, которые могут влиять на результаты обследования, по возможности должны быть отключены до начала испытаний. Поверхности обследуемых участков должны быть освобождены от мебели, картин и т. д., чтобы исключить влияние на результаты обследования. Необходимые изменения следует производить таким образом, чтобы исключить нестационарные условия.

Перед началом обследования определяют температуру наружного и внутреннего воздуха с точностью до ± 1 °С. При необходимости для каждого этажа здания определяют перепад давления наружного и внутреннего воздуха с подветренной и наветренной сторон с точностью до ± 2 Па. Данные значения фиксируют. При необходимости следует установить направление перепада давления относительно ограждающей конструкции здания и положение нейтральной плоскости (при ее наличии).

Ожидаемое распределение температуры поверхности ограждающих конструкций здания должно

быть выбрано с учетом условий проведения обследования.

Инфракрасную камеру устанавливают в выбранном месте и настраивают в соответствии с инструкцией по эксплуатации. При необходимости проводят настройку чувствительности в зависимости от диапазона прогнозируемой температуры обследуемой поверхности.

Изменения радиационной температуры поверхности ограждающей конструкции здания на тепловом изображении должны определяться с точностью до $\pm 10\%$ или $\pm 0,5\text{ }^\circ\text{C}$ (выбирают большее значение).

При необходимости определяют контрольную температуру поверхности с точностью до $\pm 0,5\text{ }^\circ\text{C}$.

До начала обследования проводят предварительную проверку поверхности ограждающей конструкции. Участки поверхности, представляющие особый интерес, а также имеющие отклонения от нормативных значений, подлежат детальному обследованию. Термограммы рассматривают по отдельным участкам ограждающих конструкций (по участкам без отклонений от нормативных значений и по участкам с предполагаемыми дефектами).

Чтобы определить влияние отражения поверхности на результаты обследования, рекомендуется проводить обследование с различных положений, т. к. отражение излучения, как правило, зависит от угла его направления.

Позиции участков, представленных на термограмме, должны быть отмечены на плане или эскизе здания.

По изображению радиационной температуры производят оценку инфракрасного излучения в соответствии с руководством по применению инфракрасной камеры. При расчете фактического колебания температуры необходимо учитывать коэффициенты излучения и отражения поверхности.

Если термограммы указывают на воздухопроницаемость, то по возможности это необходимо подтвердить испытаниями с применением метода перепада давления.

При необходимости производят оценку факторов, влияющих на коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (воздушного потока, теплового излучения, конденсации влаги).

6.3 Оценка термограмм

Прогнозируемое распределение температуры обследуемой поверхности определяют на основании данных проектной и другой документации для ограждающих конструкций, с учетом систем отопления и кондиционирования. Для этого применяют расчеты, справочные данные, результаты лабораторных испытаний или контрольные термограммы типовых ограждающих конструкций без дефектов.

Примечание 1 — Контрольные термограммы могут быть подготовлены в лаборатории или получены из натурных испытаний существующих зданий. При применении контрольных термограмм обследуемое здание и условия проведения обследования должны по возможности в целом соответствовать зданию и условиям при получении контрольных термограмм (приложения А, В и С).

Распределение температуры поверхности оценивают по термограммам. Указывают отклонения распределения температуры от прогнозируемого значения. Если отклонения не могут быть подтверждены расчетом ограждающих конструкций в соответствии с проектной документацией, влиянием источников тепла, изменением излучательной способности или зависимостью от коэффициента теплопередачи, тогда неоднородность распределения температуры оценивают как дефект конструкции.

Примечание 2 — Неоднородности тепловой изоляции, воздухопроницаемости и структуры ограждающих конструкций здания влияют на распределение температуры поверхности. Определенные дефекты имеют характерную форму теплового изображения. При оценке термограмм следует учитывать часто встречающиеся характерные изображения:

- a) равномерное распределение радиационной температуры определяет участки поверхностей конструкций без тепловых мостиков;
- b) регулярно повторяющиеся изображения с определенной частотой определяют более холодные или более теплые участки, например в зоне колонн и на углах здания;
- c) характерное расположение контура и формы изображения для более холодных или более теплых участков;
- d) измеренная разность между обычной температурой поверхности конструкции и температурой выбранных более холодных или более теплых участков.

Неоднородности теплового изображения в основном указывают на дефекты ограждающих конструкций здания. Термограммы конструкций, имеющих дефекты, могут быть разными.

6.4 Примеры характерных тепловых изображений

а) Неправильная форма изображения с неровными границами и значительными колебаниями температуры свидетельствует о воздухопроницаемости ограждающих конструкций здания (в основном в местах расположения швов и стыков).

б) Правильная и четко определяемая форма изображения свидетельствует об отсутствии изоляции, что не взаимосвязано с характеристиками конструкции. На участках с указанным дефектом изменение температуры относительно равномерное.

с) Пятнистое и размытое изображение обычно свидетельствует о наличии влаги в конструкции. Изменения температуры на изображении не являются предельными.

Вид дефекта должен быть определен расчетом, дополнительным обследованием или сравнением полученных термограмм с контрольными термограммами для зданий с известными дефектами тепловой изоляции и нарушением воздухопроницаемости. Способ определения вида дефекта подробно описывают в отчете о термографическом обследовании.

Участки ограждающих конструкций здания с установленными дефектами тепловой изоляции и воздухопроницаемости подлежат анализу вида и объема каждого выявленного дефекта.

Примечание — Результаты обследования могут быть подтверждены путем визуального осмотра участков ограждающих конструкций с предполагаемым дефектом после демонтажа. Дополнительное обследование может включать определение характеристик теплового потока и воздухопроницаемости.

7 Отчет о термографическом обследовании

7.1 Отчет об обследовании с применением инфракрасной камеры

Отчет должен содержать следующие сведения:

а) описание обследования со ссылкой на настоящий стандарт с указанием метода обследования с применением инфракрасной камеры, полное наименование и адрес обследуемого объекта;

б) краткое описание конструкций здания (должно соответствовать данным проектной или другой документации);

с) тип(-ы) применяемого(-ых) материала(-ов) и значение(-я) излучательной способности материала(-ов);

д) ориентацию здания по сторонам света согласно плану и описание окружающей среды (здания, растительность, ландшафт и т. д.);

е) спецификацию применяемого оборудования, включая марки, модели и серийные номера;

ф) дату и время проведения обследования;

г) минимальные и максимальные значения температуры наружного воздуха в течение 24 ч до начала обследования и во время его проведения;

h) информацию об условиях воздействия солнечного излучения в течение 12 ч до начала обследования и во время его проведения;

j) информацию об атмосферных осадках, направлении и скорости ветра во время обследования;

к) информацию о температуре воздуха внутри здания и перепаде температуры внутреннего и наружного воздуха во время обследования;

l) значение перепада давления воздуха между подветренной и наветренной сторонами для каждого этажа (при необходимости);

т) другие факторы, влияющие на результаты, например быстрое изменение погодных условий;

п) отклонения от всех соответствующих требований по проведению обследования;

о) эскизы и/или фотографии здания с отмеченными позициями термограмм;

р) термограммы с указанием полученных при обследовании температурных полей, определяющих участки поверхностей здания с выявленными дефектами и их соответствующее местоположение, а также точки расположения инфракрасной камеры относительно обследуемого участка и комментарии к тепловым изображениям; по возможности указывают части ограждающих конструкций с допустимыми эксплуатационными характеристиками;

q) обозначение обследованных участков ограждающих конструкций здания;

г) результаты анализа выявленного вида и объема каждого дефекта конструкций²⁾.

Относительный объем дефектов определяют посредством сравнения дефектной части ограждающих конструкций зданий с аналогичными частями всего здания;

с) результаты дополнительных измерений и испытаний;

т) дату проведения обследования и подпись.

7.2 Отчет об упрощенном обследовании с применением инфракрасной камеры

Отчет должен содержать:

а) описание обследования со ссылкой на настоящий стандарт и указанием, что упрощенное обследование проводилось с применением инфракрасной камеры, полное наименование заказчика и адрес объекта;

б) краткое описание конструкций здания (должно соответствовать данным проектной или другой документации);

с) -

д) -

е) -

ф) дату и время проведения обследования;

г) -

h) -

j) -

к) информацию о температуре воздуха внутри здания и перепаде температуры внутреннего и наружного воздуха во время проведения обследования;

л) перепад давления воздуха между подветренной и наветренной сторонами для каждого этажа (при необходимости);

м) другую информацию о факторах, влияющих на результаты, например быстрые изменения погодных условий;

н) отклонения от всех соответствующих требований по проведению обследования;

о) -

р) -

q) обозначение обследованных участков ограждающих конструкций здания;

г) результаты анализа вида и объема каждого выявленного дефекта конструкции²⁾;

с) результаты дополнительных измерений и испытаний;

т) дату проведения обследования и подпись.

²⁾ Согласно EN 45001:1989 (5.4.3) данный анализ требует предоставления сведений о необходимости или возможности принятия мер по устранению выявленных дефектов. Такие сведения могут быть приведены в другом документе.

Приложение А (справочное)

Контрольные термограммы

А.1 Контрольные термограммы на основе натуральных измерений в существующих зданиях

Термограммы, составленные на основе натуральных испытаний в существующих зданиях, допускаются применять в качестве контрольных при условии, что характеристики обследуемых зданий, их конструкция и условия испытаний на момент обследования известны и документально обоснованы.

А.2 Контрольные термограммы на основе лабораторных испытаний

Контрольные термограммы могут быть составлены на основе результатов испытаний с применением климатической камеры, в которой элемент ограждающей конструкции может быть установлен между холодным и теплым отделениями. Температуру и давление воздуха в данных отделениях следует контролировать. Температура и коэффициент излучения поверхности стен теплого отделения должны иметь значения, обычно встречающиеся на практике.

Для подготовки контрольных термограмм необходимо применять ряд типовых ограждающих конструкций.

Устанавливают типовую ограждающую конструкцию, соответствующую проектной документации и требованиям конструкции без дефектов.

На типовых ограждающих конструкциях с преднамеренными дефектами искусственно повреждают теплоизоляцию и увеличивают воздухопроницаемость, как характерно для практики. Вид и объем повреждений точно фиксируют.

Типовая конструкция должна содержать характерную часть ограждающей конструкции, включая прилегающие к ней части.

При подготовке типовых термограмм выбирают определенное количество сочетаний перепада температуры и давления воздуха между внутренней и наружной поверхностями типовой ограждающей конструкции таким образом, чтобы они соответствовали значениям, встречающимся на практике.

Допускается перепад температуры от 10 °С до 25 °С. Рекомендуемая температура воздуха в теплом отделении климатической камеры должна составлять около 20 °С.

Перепад давления допускается в пределах ± 10 Па.

А.3 Представление контрольных термограмм

Контрольные термограммы могут быть зафиксированы и отображены:

- а) в виде общепринятого теплового изображения;
- б) в виде одного или нескольких изотермических изображений, которые четко характеризуют распределения температуры при данном дефекте.

Примеры контрольных термограмм поверхности типовой ограждающей конструкции без дефектов (рисунок А.1) представлены в приложении В.

Примеры контрольных термограмм типовой ограждающей конструкции с преднамеренными дефектами (рисунок А.1) приведены в приложении С.

Разделение типовой ограждающей конструкции на участки показано на рисунке А.2, а расположение преднамеренных дефектов — на рисунке А.3 (виды дефектов подробно не описаны).

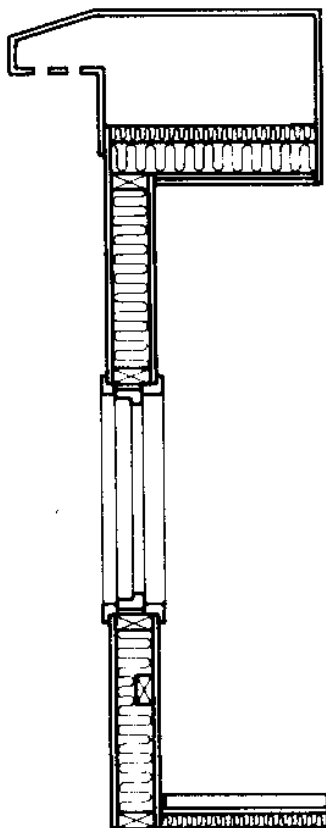


Рисунок А.1 — Сечение типовой ограждающей конструкции, применяемой для примеров контрольных термограмм, приведенных в приложениях В и С

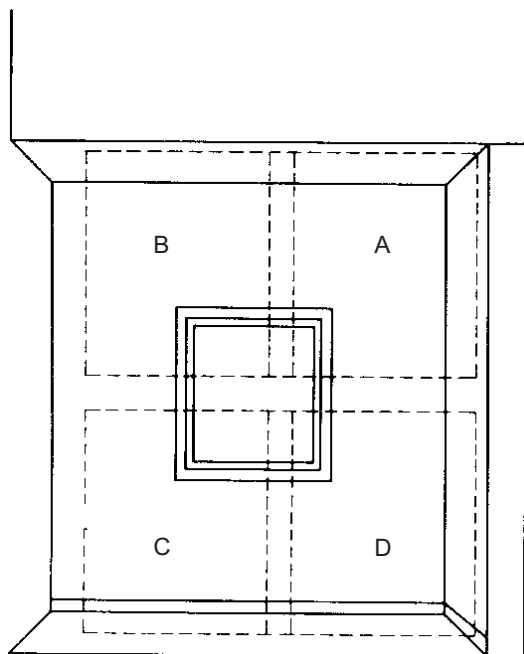


Рисунок А.2 — Разделение типовой ограждающей конструкции на участки, термограммы которых приведены в приложениях В и С

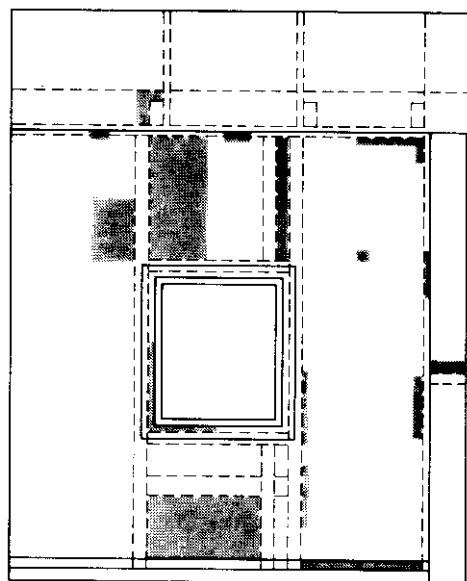


Рисунок А.3 — Расположение преднамеренных дефектов, указанных на термограммах, приведенных в приложении С

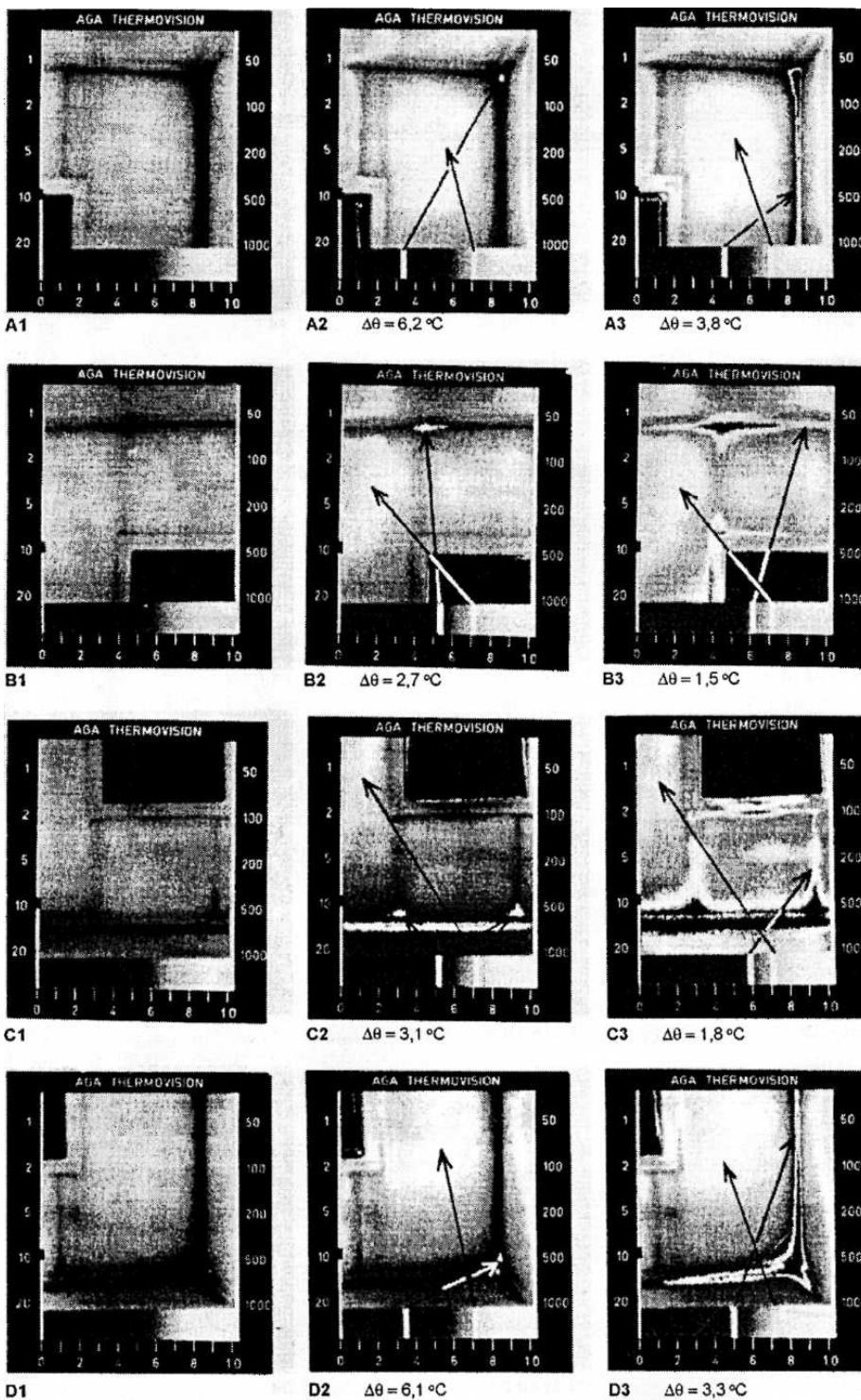
Приложение В (справочное)

Примеры термограмм для каркасной стены без дефектов

Минеральная вата толщиной 120 мм; перепад температуры (внутри/снаружи): $\theta_i - \theta_a = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

Разность давления (внутри/снаружи): $p_i - p_a = -50 \text{ Па}$.

Стрелки указывают изотермы, соответствующие температурам, представленным на шкале относительной температуры каждого изображения. Под каждым изотермическим изображением указан перепад температур $\Delta\theta$ в градусах Цельсия.



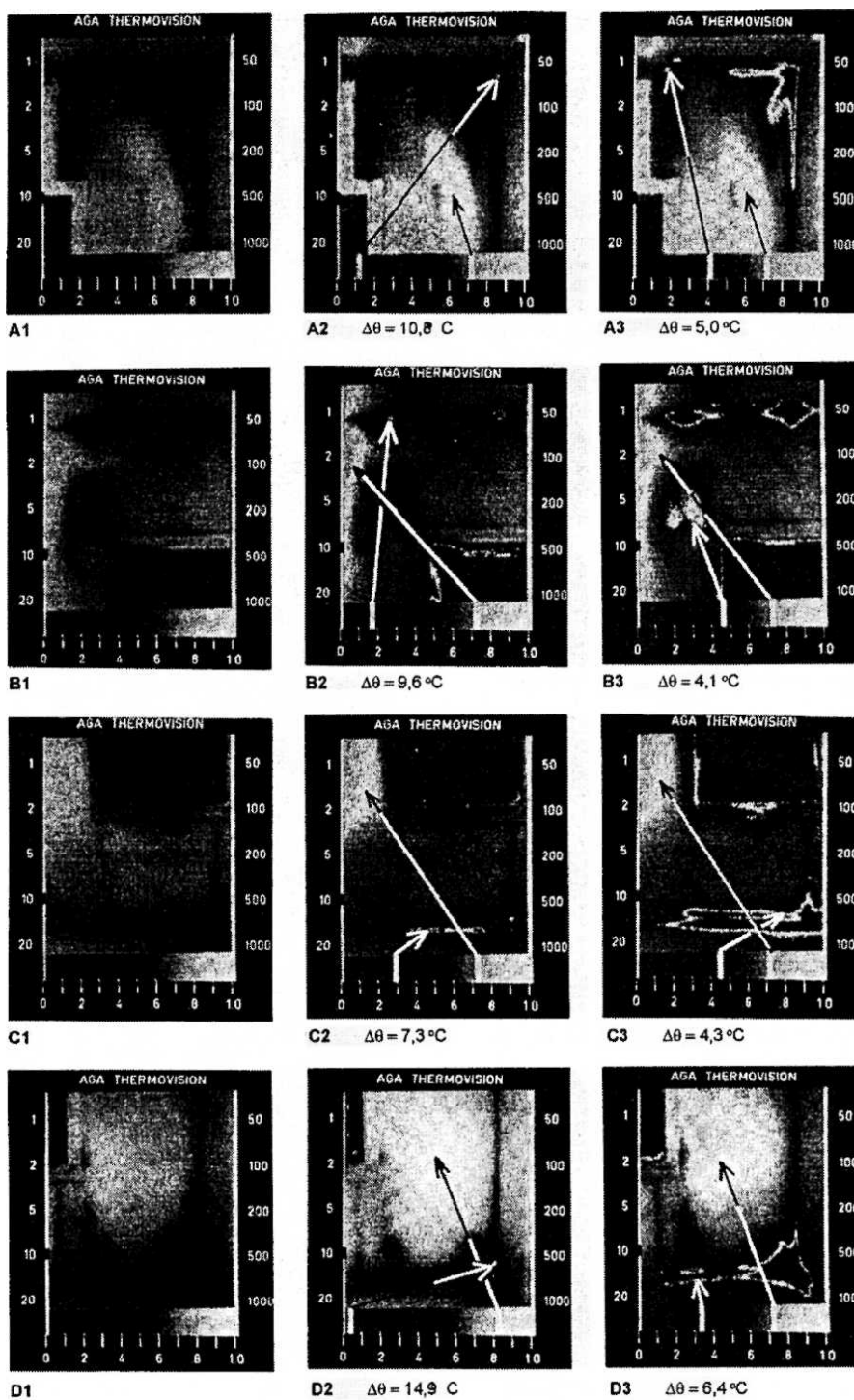
Приложение С (справочное)

Примеры термограмм для каркасной стены с преднамеренными дефектами

Минеральная вата толщиной 120 мм; перепад температур (внутри/снаружи): $\theta_i - \theta_a = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

Разность давления (внутри/снаружи): $p_i - p_a = -50 \text{ Па}$.

Стрелки указывают изотермы, соответствующие температурам, представленным на шкале относительной температуры каждого изображения. Под каждым изотермическим изображением указан перепад температур $\Delta\theta$ в градусах Цельсия.



Приложение D (справочное)

Примерный перечень требований к проведению обследований

В настоящем приложении приведены требования к проведению обследования для конкретных климатических условий и технологии строительства Скандинавии. Для других регионов могут понадобиться другие требования.

Предполагается, что для климатических условий Скандинавии при проведении термографического обследования внутренних поверхностей легких ограждающих конструкций в стационарных условиях должны выполняться следующие требования³⁾:

а) перепад температуры наружного воздуха не менее чем за 24 ч до начала проведения обследования и температуры в начале проведения обследования допускается не более ± 10 °С.

Для тяжелых строительных конструкций с высокой тепловой инерцией следует учитывать влияния аккумулированного тепла;

б) допускается перепад температуры воздуха с внутренней и наружной сторон ограждающей конструкции здания не менее чем за 24 ч до начала проведения обследования и во время его проведения не менее числового значения отношения $3/U$ (где U — расчетное значение коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/(м²·К)), но не менее 5 °С;

с) обследуемые поверхности не должны подвергаться прямому солнечному облучению не менее чем за 12 ч до начала обследования и во время его проведения;

д) во время проведения обследования не допускается изменение температуры наружного воздуха более чем на ± 5 °С, а температуры воздуха внутри помещений — более чем на ± 2 °С по отношению к температуре на время начала обследования. Влияние изменения температуры во время проведения обследования можно проверить путем наложения последнего теплового изображения на первоначальное. При перепаде температуры менее чем на 1 °С или 2 °С требования к обследованию следует считать выполненными.

При минимальной разрешающей способности инфракрасной камеры 0,3 °С приведенный перечень требований к проведению обследования означает, что если термическое сопротивление внутренней поверхности ограждающих конструкций $R_{si} = 0,10$ м²·°С/Вт, тогда изменения значения U могут быть в пределах 50 %, а если $R_{si} = 0,20$ м²·°С/Вт — в пределах 25 %.

Порядок рассмотрения и оценки результатов обследования с отклонениями от данных требований должен быть отражен в отчете о термографическом обследовании.

³⁾ Время достижения условий, близких к стационарным, зависит от характеристик ограждающих конструкций здания. Для каменных конструкций может понадобиться несколько суток. В качестве альтернативы обследование может быть успешно проведено в нестационарных условиях.

Приложение Д.А
(справочное)

**Сведения о соответствии государственного стандарта
ссылочному европейскому стандарту**

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование ссылочного европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN ISO 7345:1995 Тепловая защита зданий. Физические величины и определения	ITD	СТБ EN ISO 7345-2015 Тепловая защита зданий. Физические величины и определения