Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ФГУП «НИЦ «Строительство»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОМПЛЕКСНОМУ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ

МДС 23-1.2007

Москва 2007

9796
gost.e-ecolog.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ФГУП «НИЦ «Строительство»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО КОМПЛЕКСНОМУ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ

МДС 23-1.2007

Москва 2007

УДК 69.536.51.083:624

ББК 31 32

Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники. МДС 23-1.2007/ФГУП «НИЦ «Строительство». — М : ФГУП ЦПП, 2007. — 11 с.

РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский центр «Строительство» — ФГУП «НИЦ «Строительство» (канд. техн. наук, доц. *В.А. Титаев*, вед. инженер *Ю.Д. Сосин*) совместно с ООО «АПК-Эксперт» (зав. ПКЦ *В.Н. Лавров*)

ОДОБРЕНЫ конструкторской секцией Научно-технического совета НИИЖБ (протокол №3/07 от 10 мая 2007 г.)

УТВЕРЖДЕНЫ приказом ФГУП «НИЦ «Строительство» от 26 июня 2007 г. № 110 и введены в действие с 01 июля 2007 г.

Замечания и предложения следует направлять в НИИЖБ — филиал ФГУП «НИЦ «Строительство» (т/ф (495) 174-74-50, (495) 174-74-79; E-mail — gost.e-ecolog.ru

Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения ФГУП «НИЦ «Строительство» и ООО «АПК-Эксперт»

© ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007

© ООО «АПК-Эксперт», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1 Назначение и область применения 4

2 Нормативные ссылки 4

3 Основные термины 4

4 Общие положения 5

5 Требования к персоналу 5

6 Требования к приборам 5

7 Порядок выполнения работ 6

8 Проведение измерений температуры и тепловых потоков в реперных зонах 6

9 Обработка результатов измерений 6

10 Проведение тепловизионных обследований 7

11 Обработка результатов тепловизионного обследования 8

12 Требования безопасности 8

Приложение 1. Методическая погрешность определения термического сопротивления 9

Приложение 2. Пример определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции 10

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций (НОК) с применением тепловизионной техники разработаны Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский центр «Строительство» совместно с ООО «АПК-Эксперт» на основании методики, аттестованной по результатам метрологической экспертизы ГП «ВНИИФТРИ» (Свидетельство об аттестации МВИ №300-03 от 3.10.2003).

Данные методические рекомендации позволяют проводить обследования в реальных температурных условиях, которые могут отличаться от стационарных, и получать количественные оценки теплотехнических характеристик НОК зданий.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие Методические рекомендации распространяются на проверку теплозащитных качеств НОК в эксплуатируемых, строящихся и реконструируемых зданиях жилого, общественного и промышленного назначения.

1.2 Данные Методические рекомендации содержат основной регламент теплотехнических обследований (объем работ и последовательность операций) и методику комплексной проверки теплозащитных качеств НОК с определением сопротивления теплопередаче конструкций.

1.3 Применение Методических рекомендаций обеспечивает измерение сопротивления теплопередаче конструкций в диапазоне от 0,3 до 6 $м^{2}\cdot{}^{o}С/Вт$ с относительной погрешностью, не превышающей 15 %.

1.4 Проверку и контроль теплозащитных качеств осуществляют в натурных условиях в осенний, зимний и весенний периоды при разности температуры внутреннего и наружного воздуха не менее чем 20 °С.

1.5 Результаты обследования, выполненного в соответствии с Методическими рекомендациями, могут быть использованы в системе контроля качества производства строительных работ (п.11 4 СНиП 23-02-2003, п.6.8 МГСН 2.01-99).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

При разработке Методических рекомендаций использованы следующие нормативные документы:

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1 Общие требования

СНиП 23-01-99* Строительная климатология.

СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.

СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий.

ГОСТ 25314—82 Контроль неразрушающий тепловой Термины и определения.

ГОСТ 25380—82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.

ГОСТ 26254—84 Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

ГОСТ 26629—85 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций

ВСН 43-96 Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров.

МГСН 2.01-99 Энергосбережение в зданиях.

3 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

Дефект — каждое отдельное несоответствие продукции требованиям проектной и/или нормативной документации, ухудшающее его свойства.

Тепловой неразрушающий контроль — неразрушающий контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.

Критический дефект ограждающей конструкции — теплотехнический дефект, который приводит к понижению температуры на внутренней поверхности НОК ниже точки росы при расчетных температурно-влажностных условиях

Реперные зоны (базовые участки) — зоны без температурных аномалий на поверхности объекта контроля, на которых проводят контактные измерения температуры и тепловых потоков и настраивают тепловизор.

Температурная аномалия — локальное отклонение температуры поверхности от нормы

Температурное поле — совокупность мгновенных значений температуры во всех точках поверхности объекта контроля или его отдельного участка.

Тепловизор — прибор, предназначенный для преобразования теплового изображения объекта в видимое.

Термограмма — тепловое изображение объекта контроля или его отдельного участка

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Комплексное теплотехническое обследование НОК зданий и сооружений с применением тепловизионной техники основано на определении сопротивления теплопередаче в реперной зоне и дистанционном измерении тепловизором температуры поверхностей ограждающих конструкций, между внутренними и наружными поверхностями которых имеется температурный перепад, и вычислении сопротивлений теплопередаче участков НОК.

4.2 Тепловизионному контролю подвергают наружные и внутренние поверхности ограждающих конструкций. По термограммам наружной поверхности ограждающих конструкций выявляют участки с температурными аномалиями, которые затем подвергают детальному обследованию с внутренней стороны ограждающих конструкций.

4.3 Методические рекомендации позволяют количественно оценить теплотехнические качества ограждающих конструкций зданий и сооружений и их соответствие нормативным требованиям, установить реальные потери теплоты через ограждающие конструкции, проверить конструктивные решения.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

5.1 Работы, выполняемые по данным Методическим рекомендациям, должны проводиться бригадой не менее двух человек, имеющих III уровень квалификации в области теплового неразрушающего контроля. Руководитель работ должен иметь квалификацию не ниже II уровня.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ПРИБОРАМ

6.1 В качестве основных средств измерения должны применяться:

тепловизор — для визуализации тепловых полей и измерения температуры;

термометры-регистраторы — для измерения и регистрации температуры воздуха и поверхности ограждающей конструкции;

измерители-регистраторы плотности теплового потока.

6.2 В качестве дополнительных средств измерения рекомендуется применять:

инфракрасный термометр (пирометр) — для дистанционного оперативного контроля температуры;

измеритель теплопроводности строительных материалов;

измеритель влажности воздуха и строительных материалов.

6.3 Все приборы, используемые при обследовании, должны быть внесены в Госреестр средств измерений или иметь сертификат соответствия с разрешением к применению в РФ. Средства измерения должны быть поверены (или откалиброваны) в установленном порядке.

6.4 Основные средства измерения должны иметь интерфейс связи с ПК.

6.5 Тепловизор должен иметь следующие технические характеристики:

спектральный диапазон	3—5 мкм;
рабочие температуры	от −40 °С до 80 °С:
диапазон измерений	от −40 °С до 100 °С;
температурная чувствительность	не более 0,1 °С;
абсолютная погрешность измерения температуры	не более ±1 °С;
разрешения кадра	не менее 256 × 256;
время автономной работы...	не менее 3 ч.

6.6 Измерение и регистрация температуры в реперных точках должны проводиться контактным термометром-регистратором со следующими характеристиками:

рабочие температуры	от —40 °С до 80 °С;
диапазон измерений температуры	от −40 °С до 100 °С;
абсолютная погрешность измерения температуры	не более ±0,5 °С;
период регистрации отсчетов	2—300 мин;
количество запоминаемых отсчетов	не менее 1000
время автономной работы	не менее 7 сут;
длина линии связи регистратора с первичными преобразователями температуры	не менее 5 м.

6.7 Измерение и регистрация плотности теплового потока в реперных точках должны проводиться приборами-регистраторами со следующими характеристиками:

рабочие температуры	от −40 °С до 80 °С;
диапазон измерений плотности теплового потока	от 2 до 100 Вт/м^2;
относительная погрешность измерения плотности теплового потока	не более ±7 %;
период регистрации отсчетов	2—300 мин;
количество запоминаемых отсчетов	не менее 1000
время автономной работы	не менее 7 сут;
длина линии связи регистратора с первичными преобразователями плотности теплового потока	не менее 10 м.

7 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Теплотехническое обследование является комплексным. Оно предусматривает осуществление контроля основных теплотехнических параметров конструкций, используя при этом только неразрушающие и расчетные способы исследования.

7.1 На предварительно выбранном участке (реперной зоне) наружной стены устанавливаются датчики, регистрирующие температуру и тепловые потоки, кроме этого регистрируется температура внутреннего и наружного воздуха.

7.2 По результатам измерения температуры и тепловых потоков каждые 2—3 дня проводят предварительные расчеты термического сопротивления R_T^p реперной зоны с графическим представлением результатов и оценкой погрешности определения R_T^p.

7.3 При получении удовлетворительных результатов (суммарная погрешность определения R_T^p, включая погрешность, обусловленную нестационарностью процесса теплопередачи, не должна превышать 15 %) проводится наружная тепловизионная съемка ограждающих конструкций всего здания и внутренняя съемка в местах установки регистрирующих приборов — реперных зонах.

7.4 Выделенные при наружной съемке участки с температурными аномалиями термографируются дополнительно изнутри.

7.5 Термическое сопротивление различных участков НОК, в том числе и дефектных, определяется расчетным путем по термическому сопротивлению реперной зоны и температурам на наружной поверхности реперной зоны и исследуемого участка.

7.6 При необходимости уточнения характеристик дефектных участков на них проводят дополнительные измерения в соответствии с пп. 7.1—7.3.

7.7 Причины возникновения дефекта устанавливают путем анализа проектной документации и численным моделированием процесса теплопередачи при реальных (зарегистрированных) температурных условиях. При невозможности это сделать аналитическими средствами необходимо вскрыть исследуемый участок и выполнить измерение теплопроводности и влажности материалов, используемых в конструкции. Установление причины возникновения дефекта позволяет разработать рекомендации по его устранению.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В РЕПЕРНЫХ ЗОНАХ

8.1 Измерение температуры и плотности тепловых потоков проводят с внутренней и наружной (по возможности) сторон ограждающих конструкций. Измерение температуры наружного и внутреннего воздуха проводится на расстоянии 10 см от поверхности НОК.

8.2 Погрешность измерения температуры не должна превышать ±0,5 °С.

8.3 Погрешность измерения плотности теплового потока не должна превышать ±1 Вт/м^2.

8.4 Для измерений выбирают участки поверхности, специфические или характерные для всей исследуемой ограждающей конструкции. Оперативный контроль температуры на исследуемых поверхностях проводится с помощью пирометра.

Выбранные на ограждающей конструкции участки для измерений должны быть ориентированы на север или северо-восток, иметь поверхностный слой из одного материала, одинаковой обработки и состояния поверхности, иметь одинаковые условия по лучистому теплообмену и не должны находиться в непосредственной близости от элементов, которые могут изменить направление и значение тепловых потоков. Устанавливать приборы на обои не допускается.

8.5 Первичные преобразователи (датчики) плотно прижимают к ограждающей конструкции и закрепляют в этом положении, обеспечивая постоянный контакт с поверхностью исследуемых участков в течение всего периода измерений.

При креплении преобразователей между ними и ограждающей конструкцией не допускается образование воздушных зазоров. Для исключения их на участке поверхности в местах измерений наносят тонкий слой технического вазелина, перекрывающий неровности поверхности

8.6 Регистрирующие устройства (вторичные преобразователи) располагают на расстоянии 2—5 м от места измерения.

8.7 Регистрирующие устройства подготавливают к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации соответствующего прибора.

8.8 Регистрацию тепловых потоков, температуры воздуха и поверхности необходимо проводить с интервалом времени, не превышающим 30 мин.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Обработка результатов измерений включает в себя расшифровку информации с регист-

раторов температуры и тепловых потоков и определение термического сопротивления R_T^p в реперных зонах.

9.2 Расчет термического сопротивления в реперных зонах проводится по результатам измерения температуры и плотности теплового потока для каждого i-го измерения.

$$R_{Ti}^p = \frac{(\tau_{вi} - \tau_{нi})}{q_i}, \qquad (1)$$

где $\tau_{вi}$ и $\tau_{нi}$ — значения температуры соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, °С;

q_i — значение плотности теплового потока, Вт/м^2; рекомендуется при расчете использовать результаты измерений теплового потока на внутренней поверхности.

Результаты всех расчетов представляют в виде чисел с тремя значащими цифрами.

9.3 Результаты расчета R_{Ti}^p представляют в графическом виде вместе с результатами измерения $t_{вi}$, $t_{нi}$, $\tau_{вi}$, $\tau_{нi}$, q_i.

За истинное значение термического сопротивления в реперной точке принимается выборочное среднее значение

$$\bar{R}_T^p = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} R_{Ti}^p, \qquad (2)$$

где n — число измерений.

Продолжительность расчетного периода должна быть кратна 24 часам и составлять не менее 2 суток.

9.4 Отбраковка значений R_{Ti}^p производится при невыполнении условия

$$Gr_i = \frac{\left|\bar{R}_T^p - R_{Ti}^p\right|}{S} \le 2, \qquad (3)$$

где S — выборочное стандартное отклонение для результата отдельного измерения, равное

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\bar{R}_T^p - R_{Ti}^p\right)^2}{n-1}}. \qquad (4)$$

Отбраковка начинается с члена выборки R_{Ti}^p, который характеризуется максимальным значением Gr_i, после этого рассчитываются новые значения $\bar{R}_T^p$, S и Gr_i. Процедура отбраковки продолжается до тех пор, пока все значения R_{Ti}^p не будут удовлетворять условию (3).

9.5 Погрешность определения термического сопротивления в реперной зоне вычисляется по формуле

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_{\text{приб}}^2 + \sigma_{\text{мет}}^2}, \qquad (5)$$

где $\sigma_{\text{приб}}$ — приборная погрешность;

$\sigma_{\text{мет}}$ — методическая погрешность, определяемая по приложению 1.

Для определения $\sigma_{\text{мет}}$ при измерении теплового потока на наружной поверхности используется зависимость, приведенная на рис.1, при измерении теплового потока на внутренней поверхности — на рис.2 приложения 1.

9.6 Если выполняется условие

$$\frac{\sigma_R}{\bar{R}_T^P} \cdot 100\% \le 15\%,$$

то термическое сопротивление реперного участка ограждающей конструкции принимается равным $\bar{R}_T^P$. В противном случае необходимо продолжить измерения и выбрать для расчетов другой период натурного наблюдения.

10 ПРОВЕДЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

10.1 Тепловизионное обследование проводится при устойчивой работе системы отопления, при выполнении условия п.1.4.

10.2 Обследование необходимо проводить при наружной температуре, близкой к среднесуточной. Оптимальное время для тепловизионной съемки — поздний вечер (21÷24 ч) или утро (10÷12 ч).

10.3 Тепловизионное обследование необходимо проводить при отсутствии атмосферных осадков, тумана, смога и задымленности. Обследуемые поверхности должны быть очищены от грязи, плесени, наледи, снега и других налетов, несвойственных материалам исследуемых конструкций.

10.4 Обследуемые поверхности не должны подвергаться в процессе измерений воздействию прямого и отраженного солнечного облучения, а также отопительных приборов.

10.5 Тепловизионное обследование рекомендуется проводить в период времени, когда проводятся измерение и регистрация температуры и тепловых потоков в реперной зоне.

10.6 Перед началом тепловизионной съемки необходимо произвести настройку тепловизора в соответствии с инструкцией по эксплуатации

10.7 Перед съемкой измеряется температура в центре помещения и на расстоянии около 10 см от поверхности наружных стен, а также температура наружного воздуха.

10.8 Термографирование проводится последовательно по предварительно намеченным участкам с покадровой записью термограмм в компьютер и одновременной фотосъемкой этих участков цифровой фотокамерой.

10.9 Термографирование поверхности стены по возможности производят в перпендикулярном направлении к стене. Возможные отклонения от этого направления не должны превышать 30°. Измерения по возможности должны производиться с фиксированного расстояния.

10.10 Результаты визуально-инструментальных наблюдений и информация о термографировании заносятся в журнал.

10.11 Завершающим этапом обследования является проверка качества и количества собранной информации.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

11.1 Обработка результатов тепловизионного обследования заключается в определении температурных полей по поверхности и расчете термических сопротивлений исследуемых участков ограждающих конструкций.

11.2 Термограммы участков НОК с установленными регистрирующими приборами (реперных зон) необходимо использовать для корректировки температурных полей, полученных с помощью тепловизора.

11.3 Расчет термического сопротивления m-го участка ограждающей конструкции R_T^m проводится по формуле

$$R_T^m = \bar{R}_T^p \frac{\tau_{нр} - t_н}{\tau_{нm} - t_н}, \qquad (6)$$

где $\tau_{нm}$ — температура наружной поверхности на участке m;

$\tau_{нр}$ — температура наружной поверхности в реперной зоне;

$t_н$ — температура наружного воздуха;

$\bar{R}_T^p$ — термическое сопротивление реперной зоны.

11.4 Для сравнения с нормируемыми (СНиП 23-02) или проектными значениями вычисляется сопротивление теплопередаче при расчетных температурных условиях

$$R_0^m = R_T^m + 0{,}115 + 0{,}043 \ (м^2 \cdot °C/Вт). \qquad (7)$$

Здесь 0,115 и 0,043 — сопротивления теплоотдаче на внутренней и наружной поверхностях соответственно при расчетных условиях.

11.5 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций рассчитывается по формуле:

$$R_{пр} = \frac{\sum_{m=1}^{N} F_m}{\sum_{m=1}^{N} \frac{F_m}{R_m}}, \qquad (8)$$

где F_m — площадь участка поверхности с сопротивлением R_m;

N — число участков, на которое разбита поверхность ограждающих конструкций здания.

11.6 Все участки НОК, на которых выявлены критические дефекты, подвергают более детальному обследованию изнутри. При необходимости на этих участках устанавливают регистраторы температуры и тепловых потоков — по полученным данным можно более точно определить их теплотехнические характеристики.

12. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

12 1 Измерения температуры и тепловых потоков на наружной поверхности ограждающих конструкций на этажах выше первого проводят с лоджий и балконов с соблюдением требований безопасности при работе на высоте (СНиП 12-03). Организовывать работу следует с соблюдением требований техники безопасности в соответствии с разделом 12 СП 13-102.

12.2 Тепловизор безопасен в эксплуатации, собственных излучений не имеет.

12.3 При работе с тепловизором, охлаждаемым жидким азотом, необходимо учитывать следующее:

температура кипения жидкого азота —196 °С,

кратковременное соприкосновение кожи с жидким азотом не опасно, так как на коже при этом образуется воздушная подушка с низкой теплопроводностью, которая предохраняет кожу от непосредственного контакта с жидким азотом;

опасным является прикосновение к материалу, охлажденному жидким азотом

МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

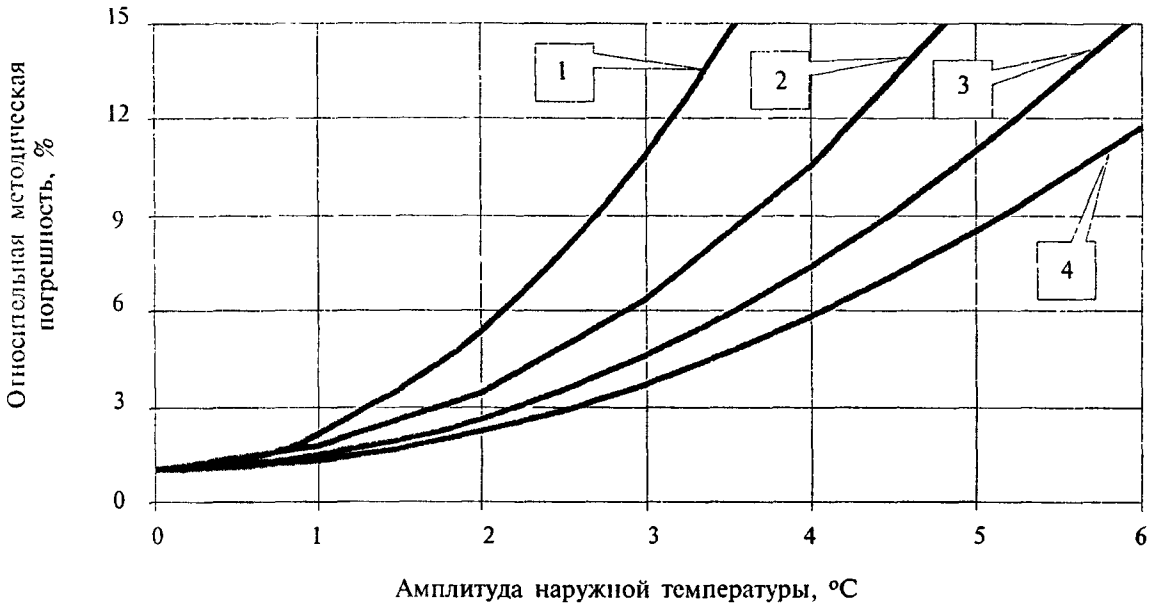


Рис.1. Графики к определению методической погрешности вычисления R_T при измерении теплового потока на наружной поверхности

1 — при $\tau_в - \tau_н$ = 20 °С, *2* — при $\tau_в - \tau_н$ = 30 °С, *3* — при $\tau_в - \tau_н$ = 40 °С; *4* — при $\tau_в - \tau_н$ = 50 °С

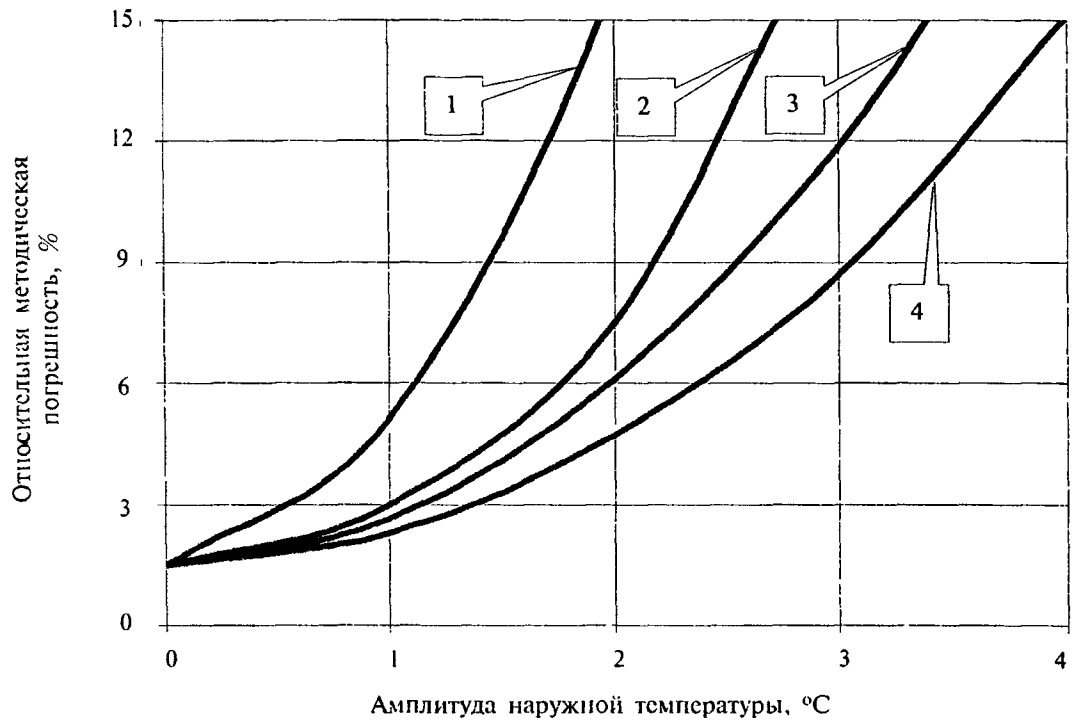


Рис.2. Графики к определению методической погрешности вычисления R_T при измерении теплового потока на внутренней поверхности

1 — при $\tau_в - \tau_н$ = 20 °С, *2* — при $\tau_в - \tau_н$ = 30 °С, *3* — при $\tau_в - \tau_н$ = 40 °С, *4* — при $\tau_в - \tau_н$ = 50 °С

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

Выполним контроль теплозащитных свойств ограждающей конструкции здания (наружной стены) в реальных климатических условиях.

По технической документации определяется характерная точка наружной стены (реперная точка), в которой измеряют температуру и тепловые потоки. Кроме этого, измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха. Все измерения выполнены в течение шести суток с помощью регистраторов «Терем-3», «Терем-4». Регистрация измеренных величин произведена с интервалом 30 мин.

На представленном графике (рис.3) приведены результаты натурных измерений.

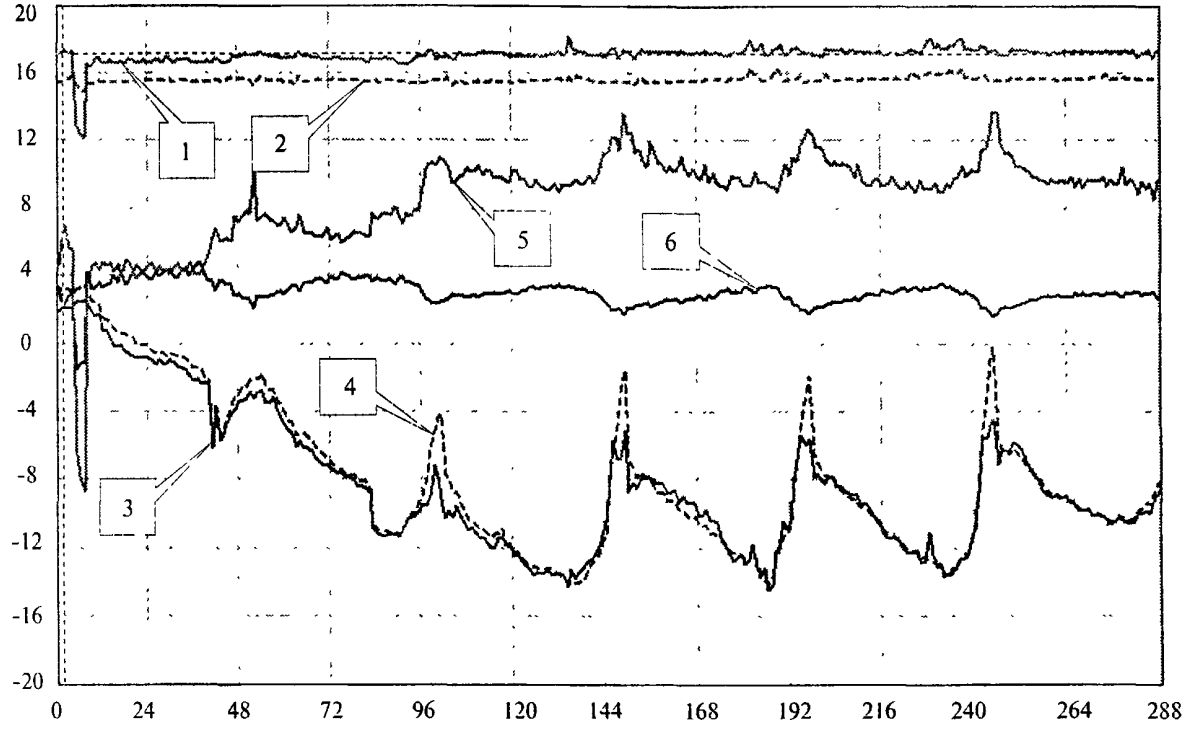


Рис.3. Графики регистрируемых величин, по оси абсцисс отложены точки измерения с интервалом 30 мин, по оси ординат — температура (°С), плотность теплового потока (Вт/м^2), сопротивление теплопередаче (м^2·°С/Вт)

1 — температура внутреннего воздуха; *2* — температура внутренней поверхности, *3* — температура наружного воздуха, *4* — температура наружной поверхности, *5* — плотность теплового потока на внутренней поверхности, *6* — сопротивление теплопередаче реперного участка

За расчетный период принят временной участок продолжительностью 2 сут (на графике — точки 97—192).

Среднее значение термического сопротивления реперного участка вычислено по формуле

$\bar{R}_T^p = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} R_{Ti}^p$ и составляет 3,03 м^2·°С/Вт.

После отбраковки получено $\bar{R}_T^p$ = 2,75 м^2·°С/Вт.

Основная относительная погрешность измерений составляет:

для температуры ..... 1 %,
для плотности теплового потока ..... 5 %.

Относительная методическая погрешность (рис.2 приложения 1) составляет 8 %.

Суммарная относительная погрешность определения сопротивления теплопередаче в реперной точке составляет $\sqrt{(1+25+64}=9,5$ %.

Абсолютная погрешность определения сопротивления теплопередаче в реперной точке составляет $\sigma_R = 0,24$ м^2·°С/Вт.

Температура наружной поверхности исследуемых участков определяется по полученным термограммам (рис.4). Термическое сопротивление на глади стены, вычисленное по (6), составляет R_T^p=2,75 м·°С/Вт, а в зоне перекрытия — R_T^m = 0,5 м·°С/Вт.

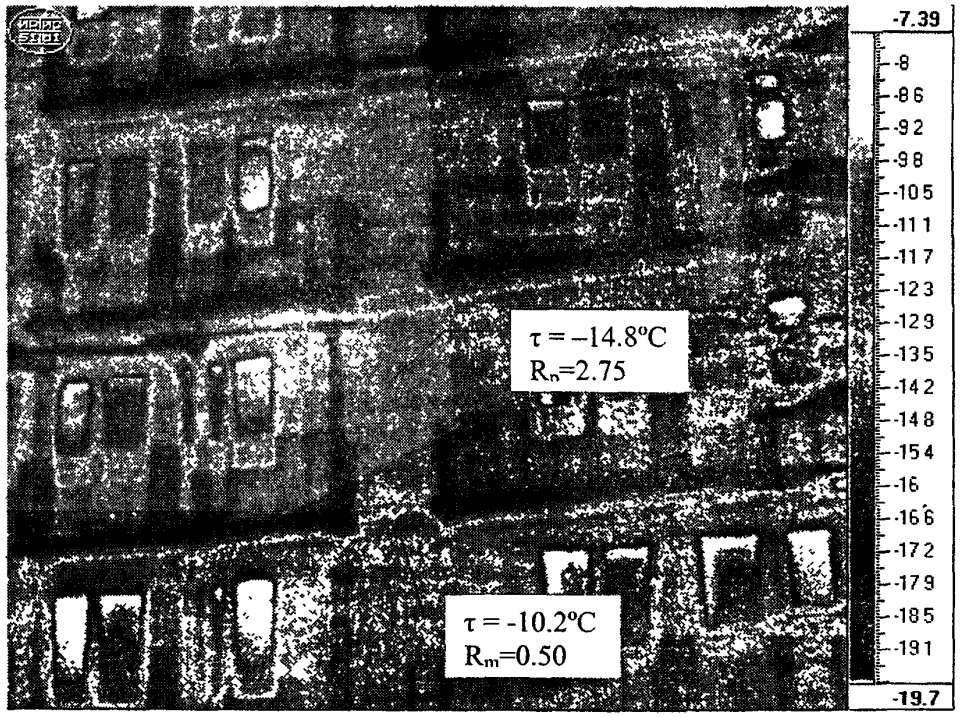


Рис.4. Составление термограммы

Тепловизионная съемка проводилась 11.02.05 с 22 по 24 ч, когда средняя температура наружного воздуха составляла минус 9,5 °С.

Сопротивления теплопередаче отдельных участков наружной стены определены по формулам (6) и (7)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО КОМПЛЕКСНОМУ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ

МДС 23-1.2007

Оригинал-макет подготовлен в ФГУП «НИЦ «Строительство»
Отделом технического нормирования, внешних связей
и издательской деятельности

Ответственная за выпуск *Л Ф Калинина*

Формат 60×84 $^1/_8$ Тираж 100 экз. Заказ № 1268

Отпечатано в ФГУП ЦПП

Филиалами ФГУП «НИЦ «Строительство» —

НИИЖБ, ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, НИИОСП им. Н.М.Герсеванова —

разработаны следующие стандарты организации

и другие нормативные документы:

СТО 36554501-002-2006

Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета

СТО 36554501-003-2006

Деревянные клееные конструкции несущие. Общие технические требования

СТО 36554501-004-2006

Деревянные клееные конструкции. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении

СТО 36554501-005-2006

Применение арматуры класса А500СП в железобетонных конструкциях

СТО 36554501-006-2006

Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций

СТО 36554501-007-2006

Проектирование и устройство вертикального или наклонного геотехнического барьера методом компенсационного нагнетания

СТО 36554501-008-2006

Обеспечение сохранности подземных водонесущих коммуникаций при строительстве (реконструкции) подземных и заглубленных объектов

СП 52-104-2006

Сталефибробетонные конструкции

СП 52-103.2007

Железобетонные монолитные конструктивные системы и несущие конструкции зданий

МДС 12-23.2006

Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве

МДС 20-1.2006

Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве

Информация об этих изданиях была опубликована в Информационном бюллетене (выпуски 3— 8) ФГУП ЦПП.

Заказы на приобретение интересующих документов следует направлять по адресу:

109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д. 6,

ФГУП «НИЦ «Строительство», Отдел технического нормирования, внешних связей и издательской деятельности.

Тел./факс 174-7665, E-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru