



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

1198796

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

**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 — shell@niizhb.ru).**

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

## 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
<i>Приложение 1. Методическая погрешность определения термического сопротивления .....</i>	<i>9</i>
<i>Приложение 2. Пример определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции .....</i>	<i>10</i>

## 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<sup>2</sup>·°С/Вт с относительной погрешностью, не превышающей 15 %.

**1.4** Проверку и контроль теплозащитных качеств осуществляют в натуральных 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  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
диапазон измерений ..... от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
температурная чувствительность ..... не более  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
абсолютная погрешность измерения температуры .... не более  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
разрешения кадра ..... не менее  $256 \times 256$ ;  
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  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
диапазон измерений температуры ..... от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
абсолютная погрешность измерения температуры .... не более  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
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  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
диапазон измерений плотности теплового потока .. ..... от 2 до  $100\text{ Вт/м}^2$ ;  
относительная погрешность измерения плотности теплового потока ..... не более  $\pm 7\%$ ;  
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  $R_f^p$  реперной зоны с графическим представлением результатов и оценкой погрешности определения  $R_f^p$ .

**7.3** При получении удовлетворительных результатов (суммарная погрешность определения  $R_f^p$ , 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 устанавливаются 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 дополнить 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  $\pm 0,5$  °С.

**8.3** Погрешность измерения плотности теплового потока не должна превышать  $\pm 1$  Вт/м<sup>2</sup>.

**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.

Выборные 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  $R_{Ti}^p$  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.

$$R_{Ti}^p = \frac{(\tau_{вн} - \tau_{нн})}{q_i}, \quad (1)$$

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

$q_i$  — значение плотности теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>; 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  $t_{вн}$ ,  $t_{нн}$ ,  $\tau_{вн}$ ,  $\tau_{нн}$ ,  $q_i$ .

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

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

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

$$Gr_i = \frac{|\bar{R}_T^p - R_{Ti}^p|}{S} \leq 2, \quad (3)$$

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

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

Отбраковка начинается с члена выборки  $R_{Ti}^p$ , который характеризуется максимальным значе-

нием  $Gr_i$ , 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

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

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

$$\frac{\sigma_R}{\bar{R}_T^p} \cdot 100\% \leq 15\%,$$

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 натурального 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 измерения 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 покადровой 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  $R_T^m$   $m$ -го участка ограждающей конструкции проводится по формуле

$$R_T^m = \bar{R}_f^p \frac{\tau_{нр} - t_n}{\tau_{нм} - t_n}, \quad (6)$$

где  $\tau_{нм}$  — температура наружной поверхности на участке  $m$ ;  
 $\tau_{нр}$  — температура наружной поверхности в реперной зоне;  
 $t_n$  — температура наружного воздуха;  
 $\bar{R}_f^p$  — термическое сопротивление реперной зоны.

**11.4** Для сравнения с нормируемыми (СНиП 23-02) или проектными значениями вычисляет-

ся сопротивление теплопередаче при расчетных температурных условиях

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

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:

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

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.

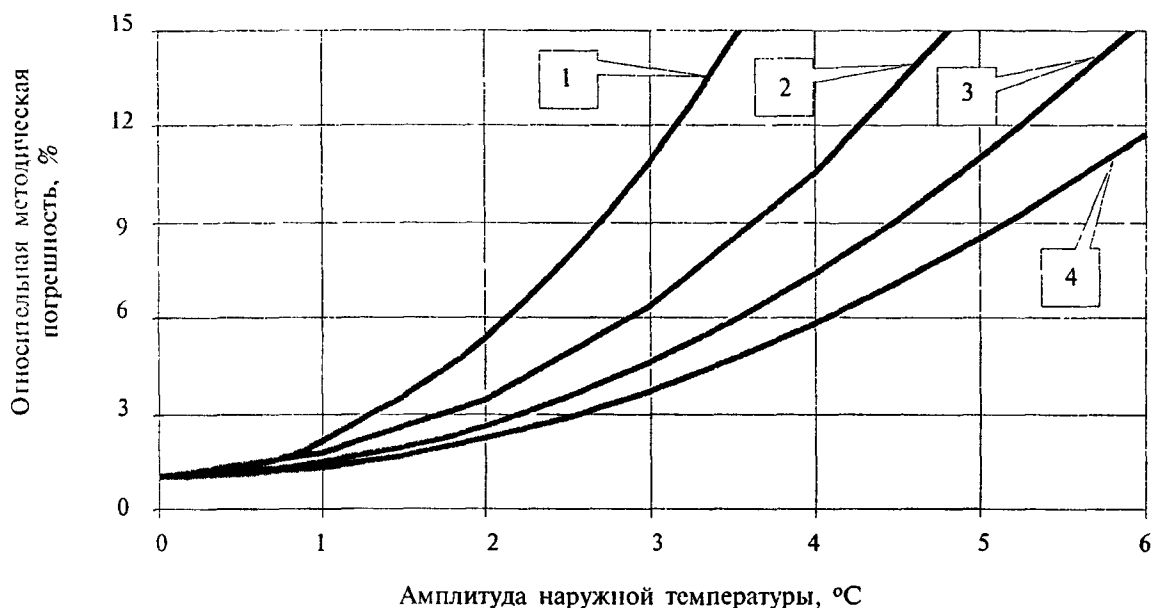
**12.2** Тепловизор безопасен в эксплуатации, собственных излучений не имеет.

**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;

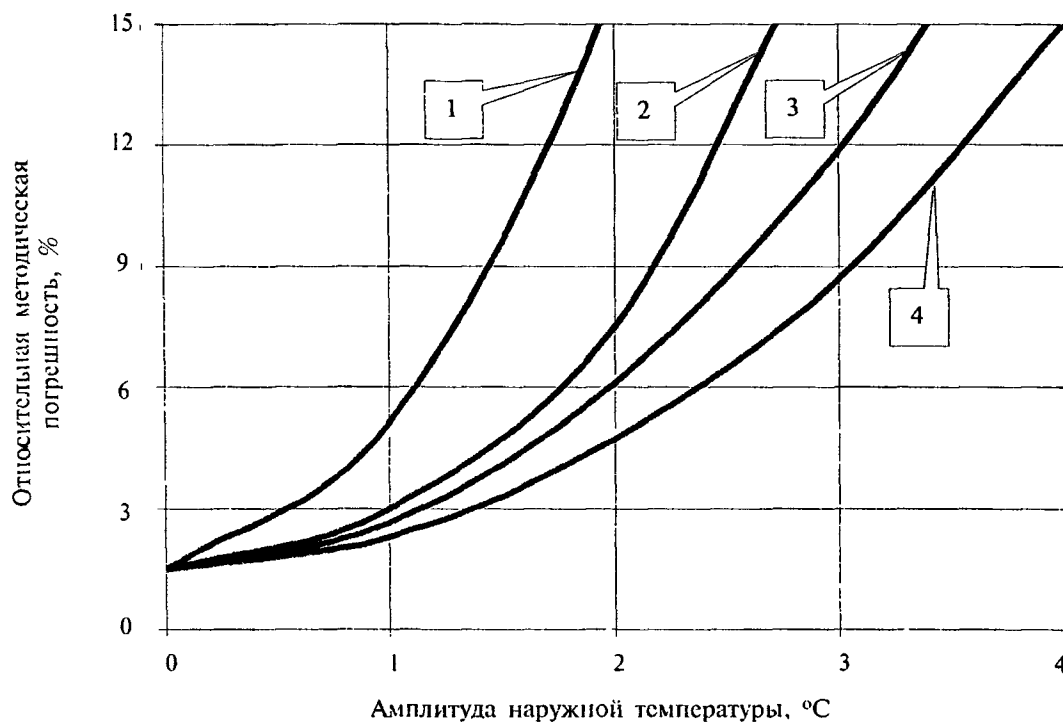
опасным является прикосновение к материалу, охлажденному жидким азотом

**МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**



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

1 — при  $\tau_b - \tau_n = 20$  °С, 2 — при  $\tau_b - \tau_n = 30$  °С, 3 — при  $\tau_b - \tau_n = 40$  °С; 4 — при  $\tau_b - \tau_n = 50$  °С



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

1 — при  $\tau_b - \tau_n = 20$  °С, 2 — при  $\tau_b - \tau_n = 30$  °С, 3 — при  $\tau_b - \tau_n = 40$  °С, 4 — при  $\tau_b - \tau_n = 50$  °С



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  $\sigma_R = 0,24 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Температура наружной поверхности исследуемых участков определяется по полученным термограммам (рис.4). Термическое сопротивление на глади стены, вычисленное по (6), составляет  $R_f^l = 2,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , а в зоне перекрытия —  $R_f^m = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

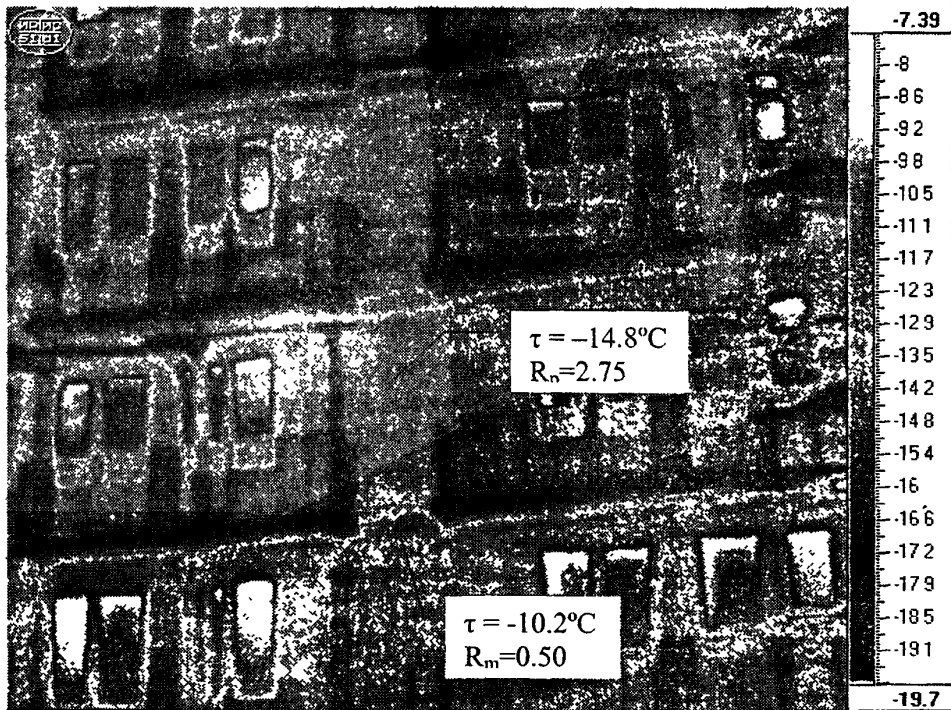


Рис.4. Составление термограммы

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: ysv@niizhb.ru.**