

# Правительство Красноярского края

Россия 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д.75.  
Тел/факс: (391) 290-20-00  
e-mail: info@psnp.ru  
сайт: www.psnп.ru



ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ»  
Проектный, научно-исследовательский и конструкторский институт

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор ОАО

«Красноярский ПромстройНИИпроект»

А.А.Архипов

«15» января 2011г



**Методика проведения комплексного теплотехнического  
обследования наружных ограждающих конструкций зданий,  
строений и сооружений.**



СОГЛАСОВАННО:

Руководитель ЦСТ

А.В. Еленкин

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

Руководитель СЭА

М.П. Говорушкин

Красноярск, 2011 год

«ОАО Красноярский ПромстройНИИпроект»  
Библиотека  
Рег. номер 17 от 26.07.2011

## Содержание

1. Общие положения.....	3
2. Термины и определения.....	4
3. Аппаратура и оборудование.....	5
4. Условия проведения обследования.....	6
5. Проведение обследования.....	7
6. Обработка результатов обследования.....	9
7. Требования безопасности.....	12
8. Нормативные документы.....	12

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий документ предназначен для исполнения всеми сотрудниками ОАО «Красноярский ПромстройНИИпроект» при проведении энергетических обследований зданий, строений, сооружений построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт и вводимых в эксплуатацию.

1.2. Настоящая методика распространяется на проверку теплозащитных качеств НОК в эксплуатируемых, строящихся и реконструируемых зданиях жилого, общественного и промышленного назначения, она предусматривает осуществление контроля основных теплотехнических параметров, используя только неразрушающие и расчетные способы исследования.

Методика дает возможность:

- оперативно в течение нескольких часов провести разовые натурные обследования объекта, что исключает длительные (до 2-х месяцев зимнего времени) натурные наблюдения с установкой в конструкцию различных датчиков с последующей обработкой их показаний;
- организовать при необходимости периодической или систематической контроль качества наружных ограждающих конструкций в эксплуатируемых условиях;
- изменить решения по теплозащите и воздухопроницаемости запроектированных стыков и дать рекомендации по замене или дополнительному применению теплоизоляционных и теплопроводных материалов при вводе объекта в эксплуатацию, плановом, аварийном ремонте или при жалобах лиц (организации), эксплуатирующих здание (сооружение).

1.3. При обработке результатов обследований проводится анализ проектно-конструкторских решений, выявляется соответствие основных теплотехнических показателей узлов конструкции нормативным требованиям.

1.4. 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.

При этом проводится:

- исследование температурно-влажностного и воздушного режима помещений (квартир) здания;
- измерение температур и термографирование всей поверхности ограждающей конструкции, при невозможности полного охвата поверхности, заранее определенные участки наружной и внутренней поверхностей стены;
- расшифровка термограмм, полученных с помощью тепловизора, представление их панорамных изображений в виде изотерм;
- выявление возможных теплотехнических неоднородностей стеновой панели, заполнений стыков и оконных блоков;

- расчет максимальных, минимальных и средних температур отдельных участков внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, коэффициентов теплотехнической однородности (при необходимости), локальных или приведенных сопротивлений теплопередаче;

1.5. При обработке результатов обследований проводится анализ проектно-конструкторских решений, выявляется соответствие основных теплотехнических показателей узлов конструкции нормативным требованиям.

1.6. Результаты учитываются при оценке энергоэффективности здания, заносятся в энергетический паспорт, используются для разработки мероприятий в случае получения несоответствия нормативным требованиям (СНиП 23-02-2003).

## 2. ТЕРМЕНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**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.

**Термограмма** - тепловое изображение объекта контроля или его отдельного участка.

**Теплозащита** – свойство совокупности ограждающих конструкций, образующих замкнутый объем внутреннего пространства здания, сопротивляться переносу теплоты между помещением и наружной средой, а также между помещениями с различной температурой воздуха.

**Теплопередача** – перенос теплоты через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней среды с более высокой температурой к среде с другой стороны конструкции с более низкой температурой.

### 3. АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Для контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций применяется малогабаритный термограф марки Иртис. Допускается применение иных тепловизоров, отвечающих одновременно следующим требованиям:

- 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  $\pm 1$  °С;
- разрешения кадра ..... не менее 256×256;
- время автономной работы ..... не менее 3 ч.

3.2. Измерение температур поверхностей и воздуха у реперных участков производят цифровым термометром типа ТК 5.06 с функцией измерения относительной влажности со следующими параметрами:

- рабочие температуры ..... от -40 °С до 80 °С;
- диапазон измерений температуры ..... от -40 °С до 100 °С;
- абсолютная погрешность измерения температуры не более  $\pm 0,5$  °С;

В местах с затрудненным доступом используют дистанционный инфракрасный термометр (пирометр).

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

- рабочие температуры ..... от -30 °С до 70 °С;
- диапазон измерений плотности теплового потока ... от 5 до 999 Вт/м<sup>2</sup>;
- относительная погрешность измерения плотности теплового потока не более  $\pm 6$  %;
- период регистрации отсчетов ..... 2—300 мин;
- количество запоминаемых отсчетов ..... не менее 1000
- время автономной работы ..... не менее 7 суток;
- длина линии связи регистратора с первичными преобразователями плотности теплового потока ..... не менее 5 м

3.4. Определение скоростей воздушного потока у поверхностей стен (для расчетов фактических величин коэффициентов теплообмена) производят термоанемометром с точностью измерения 0,1 м/сек.

3.5. Измерение расстояний до обследуемого объекта производят лазерным дальномером с погрешностью измерения не более 1,5 мм типа серии Leica Disto.

3.6. Визуализацию зон термографирования производят с помощью цифрового фотоаппарата.

3.7. Для обработки результатов в лабораторных условиях используется:

- ПК IBM PC/AT с выводом результатов на цветной принтер.
- Пакет прикладных программ по расшифровке термоизображений, созданию панорам и расчету температур.

#### 4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЙ

4.1. Комплексное теплотехническое обследование НОК осуществляют в натуральных условиях преимущественно в осенний, зимний и весенний периоды при разности температуры внутреннего и наружного воздуха не менее чем 20 градусов, при полном отоплении здания (минимальная температура в центре обследуемого помещения на высоте 1,5 м от пола не менее 14<sup>0</sup>С) и устойчивой работе системы отопления (параметры теплоносителя в ТП на «подаче» и «обратке» в установленных проектом пределах). В исключительных случаях, при подтверждении расчетами и техническими характеристиками оборудования комплексное теплотехническое обследование, возможно, проводить при разности температуры внутреннего и наружного воздуха 15 градусов.

4.2. Объектом испытаний являются наружные ограждающие конструкции и их вертикальные и горизонтальные соединения, а также оконные блоки и откосы.

4.3. Участки ограждающих конструкций для проведения теплотехнического обследования должны быть ориентированы на север, северо-восток, северо-запад, запад 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.

4.4. Обследования проводят при изменении среднесуточных температур наружного воздуха, близком к стационарному режиму теплопередачи в холодный период года. Отклонение фактического режима теплопередачи от стационарного оценивают по справочному приложению № 2 ГОСТ 26629-85.

4.5. Натурные тепловизионные обследования проводят по возможности при отсутствии атмосферных осадков, тумана и задымленности. Обследуемые поверхности должны быть очищены от грязи, плесени, наледи, снега и других налетов, несвойственных материалам исследуемых конструкций.

4.6. Тепловизионные измерения производят при перепаде температур между наружным и внутренним воздухом, превосходящим минимально допустимый перепад, определяемый по формуле:

$$\Delta t_{\min} = \Theta \cdot R^{\circ} \cdot \alpha \cdot r / (1 - r)$$

где

$\Theta$  - предел температурной чувствительности термографа (тепловизора), °С;

$R^{\circ}$  - проектное значение сопротивления теплопередаче, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, принимаемый равным: для внутренней поверхности стен – по нормативно-технической документации; для наружной поверхности стен при скоростях ветра 1, 3, 6 м/с - соответственно 11, 20, 30 Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$r$  - относительное сопротивление теплопередаче подлежащего выявлению дефектного участка ограждающей конструкции, принимаемое равным отношению значения требуемого нормативно-технической документации к проектному значению сопротивления теплопередаче, но не более 0,85.

Во время съемки изменение температурного напора не должно превышать 30% действительного начального значения. Температура воздуха внутри помещения не должна изменяться более чем на  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , а измеряемые объекты не должны подвергаться воздействию солнечной радиации в течение предшествующих 12 ч.

4.7. Обследуемые наружные поверхности не должны подвергаться в процессе измерений длительному воздействию прямого и отраженного солнечного облучения. При термографировании и измерении температур внутренней поверхности должны быть исключены влияния вблизи расположенных действующих отопительных приборов путем их экранирования алюминиевой фольгой или другими теплоотражающими материалами.

4.8. Поверхности ограждающих конструкций в период тепловизионных измерений не должны подвергаться дополнительному тепловому воздействию от биологических объектов, источников освещения. Минимально допустимое приближение оператора тепловизора к обследуемой поверхности составляет 0,5 м, электрических ламп накаливания - 2 м.

4.9. Удаленность мест установки тепловизора  $L$  в метрах от поверхности объекта определяют по формуле:

$$L \leq \Delta H * N_c / 10\varphi$$

где

$\varphi$  - угловой вертикальный размер поля обзора тепловизора, рад;

$\Delta H$  - линейный размер подлежащего выявлению участка ограждающей конструкции с нарушенными теплозащитными свойствами, принимаемый при контроле внутренней поверхности от 0,01 до 0,2 м; при контроле наружной поверхности - от 0,2 до 1 м;

$N_c$  - число строк развертки в кадре тепловизора.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ

5.1. Перед началом обследований термогигрометром измеряют температуру и относительную влажность воздуха в центре помещения и на расстоянии около 10 см от поверхностей участков наружных стен на высоте 1,5 метра от пола, а также температуру и относительную влажность наружного воздуха. Измеряют так же термоанемометром скорость движения воздуха (м/с) в нескольких местах по высоте стены как с внутренней, так и, по возможности, с наружной стороны.

5.2. Определяют зоны, точку для обследования, с помощью лазерного дальномера измеряют расстояния от объекта, устанавливают термограф на выбранном месте, включают и настраивают в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

5.3. Оператор-термографист размещается по возможности по центру обследуемого объекта, так, чтобы угол отклонения от оси по вертикали в обе стороны был одинаковым.

5.4. Термографирование проводят последовательно по намеченным участкам, с перемещением по линейным направлениям и покадровой записью термограмм на портативный носитель информации.

5.5. Термографирование поверхности стены по возможности производят в перпендикулярном направлении к стене. Возможные отклонения от этого направления влево, вправо, вверх и вниз не должны превышать 60°, в зависимости от характеристик используемой аппаратуры.

Измерения должны производиться с фиксированного расстояния, обычно оптимальное расстояние до стены составляет от 5 до 50 метров для наружных поверхностей ограждающих конструкций (в зависимости от характеристик используемой аппаратуры). При перемещении оператора вдоль объекта и целях корректности последующих расчетов фиксированное расстояние желательно сохранять.

5.6. Термографирование наружной поверхности стен верхних этажей, если невозможен близкий подход к ним с балконов, лоджий или из соседних близко стоящих сооружений, можно ограничить общим панорамным снимком, охватывающим всю стену с вертикальными и горизонтальными стыками.

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

5.8. Параллельно с термографированием производят фотографирование участков подвергаемых тепловизионному обследованию.

5.9. После окончания термографирования необходимо провести визуальный осмотр состояния теплоизоляции.

5.10. Результаты термографирования и визуально-инструментальных наблюдений заносят в журнал наблюдений по установленной форме.

5.11. По результатам тепловизионного контроля, определяются участки (реперной зоне) наружной стены с однородным тепловым полем, на данные участки устанавливаются датчики, регистрирующие температуру и тепловые потоки, кроме этого регистрируется температура внутреннего и наружного воздуха, скорость движения воздуха у поверхности НОК.

5.12. Первичные преобразователи (датчики) плотно прижимают к ограждающей конструкции и закрепляют в этом положении, обеспечивая постоянный контакт с поверхностью исследуемых участков в течение 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. Регистрирующие устройства (вторичные преобразователи) располагают на расстоянии 2-5 м от места измерения.

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

5.13. Регистрацию тепловых потоков, температуры воздуха и поверхности необходимо проводить с интервалом времени, не превышающим 30 мин, на протяжении не менее 8 часов.



5.14. По результатам измерения и тепловых потоков проводят предварительные расчеты термического сопротивления  $R_T^p$  реперной зоны с оценкой погрешности определения  $R_T^p$ .

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

5.16. При необходимости уточнения характеристик дефектных участков на них проводят дополнительные измерения.

5.17. Причина возникновения дефекта устанавливается путем анализа проектной документации и численным моделированием процесса теплопередаче при реальных (зарегистрированных) температурных условиях.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ

6.1. Процесс обработки результатов обследования включает в себя:

- расшифровку термоизображений, получение качественных термограмм и создание панорамных представлений объекта термографирования;
- расшифровку информации с регистраторов температуры и тепловых потоков;
- определение термического сопротивления  $R$  в реперных зонах и сопоставление результатов с нормируемыми показателями.

6.2. Обработка результатов термографирования обследуемого объекта:

6.2.1. Обработка термограмм производится в лабораторных условиях на ПК оснащенных специализированной программой для их обработки.

6.2.2. При обработке термограммы одного участка ограждающей конструкции, сделанные из одной точки, приводят к одной температурной шкале и с использованием специализированной программы создают панорамное изображение участка конструкций.

6.2.3. Тепловое изображение наружной поверхности ограждающей конструкции представляют в виде обзорных термограмм, определяют дефектные зоны.

6.2.4. По результатам тепловизионной съемки выбираются базовые участки – термически однородные зоны ограждения (вне зон влияния углов, конструктивных и теплопроводных стыков) в которых устанавливаются датчики для измерения тепловых потоков для измерения сопротивления теплопередачи участка ограждающей конструкции.

6.2.5. На основе полученных панорамных изображений проводят качественный анализ тепловых изображений, на которых оператор-термографист устанавливает зоны тепловых аномалий, и на основании своего опыта и дополнительных сведений об объекте контроля и амплитуде обнаруженной

аномалии принимает решение о том, соответствует ли обнаруженная аномалия строительному или архитектурному дефекту.

6.2.6. Классификацию обнаруженных тепловых аномалий проводит, как правило, оператор-термографист, являющийся руководителем работ по тепловизионному обследованию. При качественной оценке тепловых аномалий (анализе термограмм дефектов) решающими факторами являются сведения о тепловом режиме здания, опыт оператора и качество созданных панорамных изображений.

6.2.7. Общими при проведении качественного анализа являются следующие правила:

- Инфракрасную съемку следует дополнять фотоизображением. Видимое и инфракрасное изображения могут не соответствовать друг другу.
- Оценку тепловых аномалий следует производить как по величине температурного перепада в зоне аномалии, так и методом сравнения с эталонной зоной. Эталонная зона должна выбираться аналогичной контролируемой и находиться в тех же условиях теплообмена (располагаться вблизи исследуемой зоны).
- Поверхности, визируемые под большим углом, кажутся холоднее. При съемке под большим углом удаленные области кажутся холоднее ближних.
- При панорамной съемке многоэтажных зданий верхние этажи теплее нижних, что связано с естественной конвекцией.
- При положительной разнице температур между внутренним и наружным воздухом «тепловые мостики» выглядят более холодными при осмотре изнутри и более теплыми при осмотре снаружи.
- Изображения солнечных бликов перемещаются при перемещении оператора относительно объекта контроля, тогда как температурные эффекты не изменяют существенного вида теплового поля при изменении ракурса съемки.
- Тепловые аномалии отображаются на термограммах в виде областей повышенной или пониженной температуры и соответствуют:
  - архитектурным дефектам;
  - неоднородностям коэффициента излучения поверхности;
  - неоднородности теплообмена с окружающей средой;
  - различного рода дефектам.

6.2.8. По результатам тепловизионного контроля ограждающих конструкций оператор-термографист дает заключение о выявленных дефектах ограждающих конструкций и возможности или невозможности их эксплуатации.

6.3. Обработка результатов измерений тепловых потоков и определение термического сопротивления в реперных зонах:

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

$$R_{T_i}^p = \frac{(\tau_{ai} - \tau_{mi})}{q_i}$$

где  $\tau_{oi}$  и  $\tau_{ni}$  — 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.

6.3.2. Результаты расчета  $R_{fi}^p$  представляют в графическом виде вместе с результатами измерения  $t_{oi}$ ,  $t_{ni}$ ,  $\tau_{oi}$ ,  $\tau_{ni}$ ,  $q_i$ .

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

$$\bar{R}_f^p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{fi}^p$$

где  $n$  — число измерений.

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

6.3.3. Отбраковка значений  $R_{fi}^p$  производится при невыполнении условия

$$Gr_i = \frac{|\bar{R}_f^p - R_{fi}^p|}{S} \leq 2$$

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R}_f^p - R_{fi}^p)^2}{n-1}}$$

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

4.3.4. Погрешность определения термического сопротивления в реперной зоне вычисляется по формуле

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_{\text{приб}}^2 + \sigma_{\text{мет}}^2}$$

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

$\sigma_{\text{мет}}$  — методическая погрешность, определяемая по справочной документации.

6.3.5. Если выполняется условие

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

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

## 7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Измерение 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)

7.2. Тепловизор безопасен в эксплуатации, собственных излучений не имеет.

7.3. 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.

## 8. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Федеральный закон №384-ФЗ от 30.12.2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. Федеральный закон №261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».
3. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
4. МДС 23-1.2007 Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники.
5. ГОСТ 25314-82 Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения.
6. ГОСТ 25380-82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции
7. ГОСТ 26254-84 Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.
8. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
9. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
10. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
11. ГОСТ 31166-2003 Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод calorиметрического определения коэффициента теплопередаче.