

Администрация Красноярского края

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



ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ»

Проектный, научно-исследовательский и конструкторский институт

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ПРОЕКТНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
«КРАСНОЯРСКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ»**

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ЗАПОЛНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ВНОВЬ
ВВОДИМЫХ, РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ И ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО
РЕМОНТА ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБСЛЕДОВАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ.**

СТО 04656364.1-2012

Красноярск, 2012

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН	Открытым Акционерным Обществом Проектным, научно-исследовательским и конструкторским институтом «Красноярский ПромстройНИИпроект»
2. ВНЕСЕН	Центром Энергетических технологий ОАО «Красноярский ПромстройНИИпроект»
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Приказом Генерального директора ОАО «Красноярский ПромстройНИИпроект» № 25 от 05 июня 2012 года
4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ	

Содержание

1. Область применения	3
2. Нормативные ссылки	3
3. Термины и определения.....	3
4. Общие положения	5
5. Энергетический паспорт	6
6. Комплексное теплотехническое обследование наружных ограждающих конструкций	8
7. Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.....	14
8. Требования безопасности	17
Приложение А.....	18
Приложение Б.....	19

1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на все вновь вводимые и после реконструкции жилые и общественные здания, подлежащие в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации, государственному строительному надзору и устанавливает этапы, сроки, периодичность, ответственных и перечень необходимых работ (измерений) для заполнения энергетического паспорта здания в соответствии с нормативными требованиями.

Требования стандарта носят нормативный (обязательный) характер.

Настоящий стандарт определяет правила проведения энергетического обследования тепловой защиты ограждающих конструкций здания, микроклимата помещений, а также заполнение энергетического паспорта на основе результатов указанного энергетического обследования.

Настоящий стандарт служит руководством для специалистов, выполняющих энергетические обследования, и может быть полезен также самим обследуемым организациям, а также потенциальным заказчикам для понимания ими правил проведения указанного энергетического обследования.

2. Нормативные ссылки

Стандарт разработан в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов.

Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки в настоящем стандарте, приведен в Приложении А.

3. Термины и определения

а. Энергетический паспорт здания - обязательный официальный документ, предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания установленным нормам.

б. Класс энергетической эффективности - обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период. (СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»)

с. НОК - Наружные ограждающие конструкции.

д. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период - количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и

воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений здания (или к их отапливаемому объему) и градусо-суткам отопительного периода. (СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»)

е. Кратность воздухообмена замкнутого объема при разности давлений в 50 Па - отношение объемного расхода воздуха к внутреннему объему в единицу времени при разности давлений между испытываемым объемом и наружной средой в 50 Па. (ГОСТ Р 31167-2009)

ф. Энергоаудитор - лицо являющиеся членом саморегулируемой организации в области энергетических обследований. (Федеральный закон №261-ФЗ от 23.10.2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...»)

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

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

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

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

к. Температурная аномалия - локальное отклонение температуры поверхности от нормы.

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

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

п. 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.

о. 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.

4. Общие положения

4.1 Настоящий стандарт распространяется на проверку теплозащитных качеств НОК в эксплуатируемых, строящихся и реконструируемых зданиях жилого и общественного назначения, предусматривает осуществление контроля основных теплотехнических параметров, используя только неразрушающие и расчетные способы исследования.

Стандарт дает возможность:

- определить основные показатели теплоэнергетической эффективности здания и присвоить, на их основе, класс энергетической эффективности здания;
- оперативно в течение нескольких часов провести разовые натурные обследования объекта, что исключает длительные (до 2-х месяцев зимнего времени) натурные наблюдения с установкой на 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 стеновых конструкций 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).

4.2 Комплексное теплотехническое обследование НОК зданий и сооружений основано на определении сопротивления теплопередаче в реперной зоне, дистанционном измерении тепловизором температуры поверхностей ограждающих конструкций, между внутренними и наружными поверхностями которых имеется температурный перепад, расчете приведенного сопротивления теплопередачи НОК, а также контроле кратности воздухообмена через НОК при разности давлений 50Па.

При этом проводится:

- исследование температурно-влажностного и воздушного режима помещений (квартир) здания;
- измерение контактным методом 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 стеновых конструкций, 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;

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

4.4 Результаты учитываются при оценке энергоэффективности здания, присвоении класса энергетической эффективности, заносятся в энергетический паспорт, используются для разработки мероприятий в случае получения несоответствия нормативным требованиям.

5. Энергетический паспорт

5.1 Энергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

5.2 Энергетические паспорта для квартир, административных и общественных помещений в жилых зданиях, предназначенных для отдельного использования, могут быть получены, базируясь на общем энергетическом паспорте здания в целом, с общей системой отопления.

5.3 Форма энергетического паспорта для жилых и общественных зданий определена Приложением Д СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита здания».

5.4 Энергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении и типе здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные энергетические показатели здания, в том числе: показатели энергоэффективности, теплотехнические показатели;
- сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания;

- результаты измерения энергоэффективности и уровня тепловой защиты здания после определенного периода его эксплуатации;
- класс энергетической эффективности здания.

5.5 Энергетический паспорт здания следует заполнять:

а) на стадии разработки проекта и на стадии привязки к условиям конкретной площадки – заполняется проектной организацией на основании использованных архитектурно-технических решений;

б) на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию - проектной организацией или энергоаудитором на основе анализа отступлений от первоначального проекта, допущенных при строительстве здания, а также результатов натурных испытаний ограждающих конструкций. При этом учитываются:

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, справки, предоставляемые приемочным комиссиям и прочее);

- изменения, вносившиеся в проект и санкционированные (согласованные) отступления от проекта в период строительства;

- итоги текущих и целевых проверок соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором;

- результаты натурных испытаний.

в) на стадии эксплуатации строительного объекта – выборочно, но не реже чем раз в пять лет и после годичной эксплуатации здания – энергоаудитором или проектной организацией, при наличии допуска к проведению энергетических обследований, на основании результатов натурных испытаний.

5.6 Натурные испытания включают обязательное проведение следующих работ:

- Комплексное теплотехническое обследование наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники по ГОСТ 26629-85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций», ГОСТ 26254-84 «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» и МДС 23-1.2007 «Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники».

- Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций с расчетом кратности воздухообмена в соответствии с ГОСТ 31167-2009 «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях», СНиП 23-02-2003.

- Теплотехнический расчет ограждающих конструкций по СНиП 23-02-2003.

5.7 Право на проведение натуральных испытаний подтверждается допуском СРО энергоаудиторов и внесением в Реестр энергоаудиторских организаций.

5.8 Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

6. Комплексное теплотехническое обследование наружных ограждающих конструкций

6.1 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 15 градусов, при полном отоплении здания (минимальная температура в центре обследуемого помещения на высоте 1,5 м от пола не менее 14⁰С) 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 10 градусов.

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

6.3 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.

6.4 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.

6.5 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.

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

$$\Delta t_{\min} = \Theta * R_o * \alpha * r / (1 - r)$$

где

Θ - предел температурной чувствительности термографа (тепловизора), °С;

R_o - проектное значение сопротивления теплопередаче, м²*°С/Вт;

α - 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/(м²*°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 $\pm 2^0$ С, а измеряемые объекты не должны подвергаться воздействию солнечной радиации в течение предшествующих 12 ч.

6.7 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 теплоотражающими материалами.

6.8 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 - 2 м.

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

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

где

φ - угловой вертикальный размер поля обзора тепловизора, рад;

ΔH - 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.

6.10 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 также термоанемометром скорость движения воздуха (м/с) в нескольких местах по высоте стены как с внутренней, так и, по возможности, с наружной стороны.

6.11 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.

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

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

6.14 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 и от 2 до 5 метров для внутренних поверхностей ограждающих конструкций (в зависимости от характеристик используемой аппаратуры). При перемещении оператора вдоль объекта и целях корректности последующих расчетов фиксированное расстояние желательно сохранять.

6.15 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.

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

6.17 Параллельно с термографированием производят фотографирование участков подвергаемых тепловизионному обследованию.

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

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

6.20 По результатам тепловизионного контроля, определяются участки (реперные зоны) 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.

6.21 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 теплопроводящей пасты, 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.

6.22 Регистрацию тепловых потоков, температуры воздуха и поверхности необходимо проводить с интервалом времени, не превышающим 30 мин, на протяжении не менее 24 часов.

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

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

6.25 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_k в реперных зонах и сопоставление результатов с нормируемыми показателями.

6.26 Обработка результатов термографирования обследуемого объекта:

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

6.26.2 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.

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

6.26.4 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.

6.26.5 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.

6.26.6 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 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.

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

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

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

$$R_{oi} = (t_{int} - t_{ext})/q_i.$$

где t_{int} и t_{ext} — значения температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

q_i — значение плотности теплового потока, Вт/м²; рекомендуется при расчете использовать результаты измерений теплового потока на внутренней поверхности.

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

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

$$\bar{R}_T^p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{Ti}^p$$

где n — число измерений.

Продолжительность расчетного периода должна быть кратна 8 часам и составлять не менее суток.

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

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

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

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

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 требуемому условию.

6.27.4 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.

6.27.5 Если выполняется условие

$$\frac{\sigma_R}{R_{Ti}^p} \cdot 100\% \leq 15\%,$$

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

7. Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях

7.1 Испытания проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей герметичность проема, создание давления в проеме, с измерением расхода воздуха при различных условиях.

7.2. Подготовка объекта

7.2.1 В испытываемых помещениях выключают все оборудование для сжигания топлива, вытяжные и приточные вентиляторы и кондиционеры воздуха, а также термостаты на радиаторах.

7.2.2 Плотнo закрывают все наружные двери, кроме одной, если замеры производятся через дверной проем или одного вентиляционные отверстия, если замеры проводятся через вентиляционное отверстие, а также закрываются форточки, каналы вытяжных вентиляторов, вытяжные каналы отопительного оборудования (печей, каминов, теплообменников, сушилок, газовых водонагревателей, вытяжных зонтов и т.д.).

7.2.3 Открывают все внутренние двери испытываемой группы помещений, закрывают двери помещений, не включенных в испытание. Во избежание запыления испытываемого объекта в топках сжигания твердого топлива удаляют или покрывают воздухонепроницаемым материалом золу.

7.2.4 Измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха и скорость ветра около здания. Испытание можно проводить в случае, если разность температур наружного воздуха и внутри помещения не превышает 30°C и скорость ветра на высоте 1,5 м от земли не выше 8 м/с.

7.2.5 С помощью рулетки измеряют габариты испытываемых помещений и размеры оконных и прочих проемов в наружных ограждениях. По результатам замеров вычерчивают план испытываемого объекта и составляют спецификацию размеров и типов оконных заполнений, а также высот помещений. Полученные в результате измерений параметры сопоставляют с проектными данными, отмечая отличия от проектного решения.

7.3 Подготовка установки

7.3.1 Воздухонепроницаемую панель с вентилятором устанавливают:

- при испытании отдельного дома - во входную дверь в дом;
- при испытании квартиры - во входную дверь квартиры;
- при испытании группы помещений - в дверь помещения, с которым сообщаются все остальные испытываемые помещения;
- при испытании одного помещения - в любую дверь этого помещения.

При невозможности по каким-либо причинам использовать для испытания дверной проем, воздухонепроницаемую дверь устанавливают в оконный или какой-либо другой проем.

7.3.2 В выбранном проеме закрепляют воздухонепроницаемое полотнище.

7.4 Температуру и давление наружного воздуха, температуру внутри испытываемого объема измеряют до включения вентилятора.

7.5 После включения вентилятора создают стабильную разность давлений между испытываемым объемом и наружной средой в 50 Па. При этом записывают в бланке записи результатов испытаний разность давлений наружного и внутреннего воздуха Δp_{env} , Па, по микроманометру N 1, разность давлений воздушного потока на вентиляторе Δp_{ven} , Па, по микроманометрам N 2 и 3, и температуру внутреннего воздуха.

7.6 Если разность давлений воздушного потока на вентиляторе окажется менее 50 Па, то во входное отверстие кожуха вентилятора устанавливают пластину с восемью отверстиями и необходимым числом заглушек.

7.7 Повторяют испытание, снижая каждый раз разность давлений между наружным и внутренним воздухом на 10 Па, производя последнее измерение не менее чем при 10 Па.

7.8 При записи показаний Δp_{ven} на бланке испытаний указывают наличие пластины и число закрытых отверстий.

7.9 После первой серии испытаний проводят следующую серию в обратном порядке, повышая Δp_{env} на 10 Па, начиная испытания с 10 Па. Всего проводят минимум 6 серий испытаний.

7.10 После завершения испытаний измеряют температуру внутреннего и наружного воздуха.

7.11. Обработка результатов измерения

7.11.1 Измеренный объемный расход воздуха через ограждающие конструкции Q_{50} при $\Delta p_{env} = 50$ Па и Q_{10} при $\Delta p_{env} = 10$ Па., заносят в таблицу по форме в Приложении В.

7.11.2 Кратность воздухообмена испытываемого объекта при разности давлений 50 Па n_{50} , ч⁻¹, определяют по формуле

$$n_{50} = Q_{50} / V,$$

где V - объем помещений испытываемого объекта, м³.

7.11.3 Массовый расход воздуха q_{10} , кг/ч, определяют по формуле

$$q_{10} = \rho \cdot Q_{10},$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м³, определяемая по формуле

$$\rho = P / (RT) = 101325 / (287,06T) = 353 / T = 353 / (273 + t),$$

где R - удельная газовая постоянная воздуха, равная 287,06 Дж/(кг·К);

$t = t_{ext}$ - в случае понижения давления; $t = t_{int}$ - в случае повышения давления.

7.11.4 Средняя массовая воздухопроницаемость испытанного объекта G , кг/(м²·ч), при разности давлений 10 Па определяется по формуле

$$G = q_{10} / A,$$

где A - суммарная площадь ограждений испытанного объекта по внутренним размерам, м².

7.11.5 Результатом определения массовой воздухопроницаемости ограждающей конструкции помещения G_k , кг/(м²·ч), является разность результатов определения массовых расходов воздуха помещения в эксплуатируемом состоянии и помещения с загерметизированной ограждающей конструкцией, отнесенная к площади испытываемой ограждающей конструкции A_k , м

$$G_k = (q_{10} - q_{10}^k) / A_k,$$

где q_{10} - массовый расход воздуха через ограждения помещения при разности давлений 10 Па, испытанного в принятых условиях, кг/ч;

q_{10}^k - то же, при загерметизированной ограждающей конструкции.

A_k - площадь испытываемой ограждающей конструкции, м².

7.11.6 Применение метода дает возможность определить кратность воздухообмена испытываемого объекта при разности давлений 50 Па и массовую воздухопроницаемость ограждающей конструкции с относительной ошибкой, не превышающей $\pm 15\%$.

7.12 Оценка погрешности измерений

Точность определения измеренного объемного расхода воздуха Q_{ven} , проходящего через вентилятор, зависит от точности измерения разности давлений воздушного потока на вентиляторе Δp_{ven} . Оценку погрешности измерений выполняют согласно ГОСТ 8.207 для каждой из разностей давлений снаружи и внутри испытываемого объема Δp_{env} . Доверительные границы ε_Q случайной погрешности величин объемного расхода воздуха Q_{ven} для каждой из разностей давлений Δp_{env} вычисляют по формуле

$$\varepsilon_Q = \pm c(\varepsilon)^l,$$

где c и l - то же, что и в ранее приведенной формуле 1;

ε - доверительные границы случайной погрешности измерений разности давлений воздушного потока на вентиляторе Δp_{ven} .

8. Требования безопасности

8.1 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)

8.2 Тепловизор безопасен в эксплуатации, собственных излучений не имеет.

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

- температура кипения жидкого азота – минус 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.

8.4 При подключении мотора вентилятора к электросети следует соблюдать правила техники безопасности с электроприборами в соответствии с установленными требованиями. Проверяют работоспособность мотора кратковременным запуском его на малых оборотах. При этом следует убедиться в правильности направления потока.

Приложение А. (справочное)

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 8.207-76 ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
10. ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.
11. ГОСТ 11442-90 Вентиляторы осевые общего назначения. Общие технические условия.
12. ГОСТ Р 51380-99 Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям.
13. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
14. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
15. ГОСТ 31166-2003 Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередаче.
16. ГОСТ Р 50342-92 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.
17. ГОСТ Р 51649-2000 Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия.

Приложение Б. (обязательное)

Аппаратура и оборудование

1. Для контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций применяется малогабаритный термограф марки Ирчис. 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 ± 1 °С;
- разрешения кадра не менее 256×256;
- время автономной работы..... не менее 3 ч.

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. 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/м²;
- относительная погрешность измерения плотности теплового потока не более ± 6 %;
- период регистрации отсчетов2—300 мин;
- количество запоминаемых отсчетов.....не менее 1000
- время автономной работы.....не менее 7 суток;
- длина линии связи регистратора с первичными преобразователями плотности теплового потокане менее 5 м

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

а. Измерение расстояний до обследуемого объекта производят лазерным дальномером с погрешностью измерения не более 1,5 мм.

б. Визуализацию зон термографирования производят с помощью цифрового фотоаппарата.

5. 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.

6. Установка для определения воздухопроницаемости помещений должна включать следующий набор оборудования и контрольно-измерительных приборов:

- вентилятор по ГОСТ 11442, ГОСТ 27925 с переменной, плавно регулируемой скоростью вращения;
- воздухонепроницаемую панель с отверстием для вентилятора, устанавливаемую в проем ограждения испытываемого объекта;
- микроманометр по ГОСТ 18140 с точностью ± 2 Па со шкалой от 0 до 60 Па для измерения перепада давления между наружным и внутренним воздухом;
- два микроманометра по ГОСТ 18140 с точностью ± 2 Па со шкалой от 0 до 125 Па (N 2) и от 0 до 500 Па (N 3) для измерения перепада давлений между внутренним (наружным) воздухом и воздухом, проходящим через кожух вентилятора;
- ртутный термометр по ГОСТ 112 с точностью ± 1 °С со шкалой от минус 50 до 50 °С для измерения температуры воздуха;
- барометр или барограф по ГОСТ 6359 с диапазоном измерения атмосферного давления воздуха, характерным для района испытания;
- ручной анемометр по ГОСТ 6376 для измерения скорости ветра;
- лазерный дальномер для измерения внутренних размеров помещений и ограждающих конструкций.