**Государственный стандарт СССР ГОСТ 26254-84
"Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций"
(утв. постановлением Госстроя СССР от 2 августа 1984 г. N 127)**

**Buildings and structures. Methods of determination of thermal resistance of enclosing structures**

Срок введения с 1 января 1985 г.

 [1. Общие положения](#sub_100)

 [2. Метод отбора образцов](#sub_200)

 [3. Аппаратура и оборудование](#sub_300)

 [4. Подготовка к испытаниям](#sub_400)

 [5. Проведение испытаний](#sub_500)

 [6. Обработка результатов](#sub_600)

 [7. Требования безопасности](#sub_700)

 [Приложение 1. Перечень приборов и оборудования для определения](#sub_1000)

 сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

 [Приложение 2. Схема размещения термопар на испытываемой ограждающей](#sub_2000)

 конструкции и подключения их к измерительной аппаратуре

 [Приложение 3. Пример определения диапазона температур наружного воздуха](#sub_3000)

 и погрешности вычисления сопротивления теплопередаче

 ограждающей конструкции

 [Приложение 4. Журнал записи измеряемых параметров при определении](#sub_4000)

 сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

 [Приложение 5. Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки](#sub_5000)

 [Приложение 6. Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей](#sub_6000)

 конструкции r, учитывающий влияние стыков, обрамляющих

 ребер и других теплопроводных включений, для основных

 наиболее распространенных наружных стен

 [Приложение 7. Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения,](#sub_7000)

 полученной в результате испытаний, на расчетные

 температурные условия

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на ограждающие конструкции жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: наружные стены, покрытия, чердачные перекрытия, перекрытия над проездами, холодными подпольями и подвалами, ворота и двери в наружных стенах, другие ограждающие конструкции, разделяющие помещения с различными температурно-влажностными условиями, и устанавливает методы определения сопротивления их теплопередаче в лабораторных и натурных (эксплуатационных) зимних условиях.

Стандарт не распространяется на светопрозрачные ограждающие конструкции.

Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций позволяет количественно оценить теплотехнические качества ограждающих конструкций зданий и сооружений и их соответствие нормативным требованиям, установить реальные потери тепла через наружные ограждающие конструкции, проверить расчетные и конструктивные решения.

**1. Общие положения**

1.1. Сопротивление теплопередаче R\_0, характеризующее способность ограждающей конструкции оказывать сопротивление проходящему через нее тепловому потоку, определяют для участков ограждающих конструкций, имеющих равномерную температуру поверхностей.

 пр

 1.2. Приведенное сопротивление теплопередаче R определяют для

 0

ограждающих конструкций, имеющих неоднородные участки (стыки,

теплопроводные включения, притворы и т.д.) и соответствующую им

неравномерность температуры поверхности.

1.3. Методы определения сопротивления теплопередаче, основанные на создании в ограждающей конструкции условий стационарного теплообмена и измерении температуры внутреннего и наружного воздуха, температуры поверхностей ограждающей конструкции, а также плотности теплового потока, проходящего через нее, по которым вычисляют соответствующие искомые величины по [формулам (1)](#sub_661) и [(2)](#sub_662) настоящего стандарта.

1.4. Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяют при испытаниях в лабораторных условиях в климатических камерах, в которых по обе стороны испытываемого фрагмента создают температурно-влажностный режим, близкий к расчетным зимним условиям эксплуатации, или в натурных условиях эксплуатации зданий и сооружений в зимний период.

**2. Метод отбора образцов**

2.1. Сопротивление теплопередаче в лабораторных условиях определяют на образцах, которыми являются целые элементы ограждающих конструкций заводского изготовления или их фрагменты.

2.2. Длина и ширина испытываемого фрагмента ограждающей конструкции должны не менее чем в четыре раза превышать его толщину и быть не менее 1500 x 1000 мм.

2.3. Порядок отбора образцов для испытаний и их число устанавливают в стандартах или технических условиях на конкретные ограждающие конструкции. При отсутствии в этих документах указаний о числе испытываемых образцов отбирают для испытаний не менее двух однотипных образцов.

2.4. При испытаниях в климатических камерах стыки, примыкания и другие виды соединения элементов ограждающих конструкций или их фрагментов между собой должны быть выполнены в соответствии с проектным решением.

2.5. Сопротивление теплопередаче в натурных условиях определяют на образцах, которыми являются ограждающие конструкции эксплуатируемых или полностью подготовленных к сдаче в эксплуатацию зданий и сооружений, или специально построенных павильонов.

2.6. При натурных испытаниях наружных стен выбирают стены в угловой комнате на первом этаже, ориентированные на север, северо-восток, северо-запад и дополнительно в соответствии с решаемыми задачами на другие стороны горизонта, наиболее неблагоприятные для данной местности (преимущественные ветры, косые дожди и т.д.), и на другом этаже.

2.7. Для испытаний выбирают не менее двух однотипных ограждающих конструкций, с внутренней стороны которых в помещениях поддерживают одинаковые температурно-влажностные условия.

**3. Аппаратура и оборудование**

3.1. Для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в лабораторных условиях применяют теплоизолированную климатическую камеру, состоящую из теплого и холодного отсеков, разделенных испытываемой конструкцией.

Для комплектации климатической камеры используют следующую аппаратуру и оборудование:

компрессоры холодопроизводительностью не менее 3,5 кВт по ГОСТ 7475-77 или компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильных машин по ГОСТ 10890-75, устанавливаемые вне камеры, и охлаждающие батареи холодильных установок по ГОСТ 17645-78, устанавливаемые внутри холодного отсека для охлаждения в нем воздуха;

маслонаполненные электрорадиаторы по ГОСТ 16617-80Е, терморадиаторы по ГОСТ 10688-75, электротепловентиляторы по ГОСТ 17083-81 или электроконвекторы по ГОСТ 18476-81 и электроувлажнители воздуха по ГОСТ 22787-77 для нагрева и увлажнения воздуха в теплом отсеке камеры;

регуляторы температуры по ГОСТ 9987-77, автоматические приборы следящего уравновешивания по ГОСТ 7164-78 или сигнализаторы температуры по ГОСТ 23125-78 для автоматического поддержания заданной температуры и влажности воздуха в отсеках камеры.

Допускается использовать климатическую камеру, состоящую из холодного отсека, в проем которого монтируют испытываемый фрагмент, и приставного теплого отсека, а также другое оборудование, при условии обеспечения им в холодном и теплом отсеках камеры стационарного режима, соответствующего расчетным зимним условиям эксплуатации ограждающей конструкции.

3.2. Для определения сопротивления теплопередаче в натурных условиях эксплуатации зданий используют тот температурный перепад, который установился на ограждающей конструкции вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха. Для поддержания постоянной температуры воздуха внутри помещения используют оборудование и средства регулирования, указанные в [п. 3.1](#sub_31).

3.3. Для измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию, используют приборы по ГОСТ 25380-82.

3.4. Для измерения температур в качестве первичных преобразователей применяют термоэлектрические преобразователи по ГОСТ 3044-77 с проводами из сплавов хромель, копель и алюмель по ГОСТ 1790-77 (термопары), медные термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-78 и терморезисторы по ГОСТ 10688-75 (термометры сопротивления).

В качестве вторичных измерительных приборов, работающих с термоэлектрическими термометрами и преобразователями тепловых потоков, применяют потенциометры постоянного тока по ГОСТ 9245-79, милливольтметры по ГОСТ 8711-78 или по ГОСТ 9736-80. Термометры сопротивления подключают к измерительным мостам постоянного тока по ГОСТ 7165-78.

Для оперативного измерения температурного поля поверхностей ограждающей конструкции используют термощупы, терморадиометры, тепловизоры (см. рекомендуемое [приложение 1](#sub_1000)).

Температуру воздуха контролируют с помощью стеклянных термометров расширения по ГОСТ 112-78 (нижний предел минус 70°С), по ГОСТ 215-73 (нижний предел минус 30°С) или по ГОСТ 2045-71 (нижний предел минус 35°С).

Допускается применение других первичных преобразователей температур и приборов, поверенных в установленном порядке.

3.5. Для непрерывной регистрации характера изменения температуры воздуха внутри помещения используют термографы по ГОСТ 6416-75.

3.6. Для измерения разности давления воздуха по обе стороны испытываемой конструкции применяют микроманометр ММН по ГОСТ 11161-71.

3.7. Для измерения относительной влажности воздуха используют аспирационные психрометры по ГОСТ 6353-52, а для регистрации характера изменения влажности используют гигрографы по действующей нормативно-технической документации.

3.8. Для определения влажности материалов ограждающих конструкций применяют стаканчики типа СВ или СН по ГОСТ 25336-82, сушильный электрошкаф по ГОСТ 13474-79, лабораторные образцовые весы с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104-80, эксикаторы по ГОСТ 25336-82.

*См. ГОСТ 24104-2001 "Весы лабораторные. Общие технические требования", введенный в действие с 1 июля 2001 г. постановлением Госстандарта РФ от 26 октября 2001 г. N 439-ст*

3.9. Скорость ветра в натурных условиях определяют ручным анемометром по ГОСТ 6376-74 или ГОСТ 7193-74.

3.10. Для проверки работы оборудования климатической камеры, измерительной аппаратуры и условий теплообмена в теплом и холодном отсеках камеры используют контрольный фрагмент с известным термическим сопротивлением в пределах 1-2 (м2 х °С)/ВТ, габаритные размеры которого должны соответствовать размерам и конфигурации проема, в который устанавливают испытываемую конструкцию. Конструктивное решение и материал контрольного фрагмента должны обеспечивать неизменность во времени его теплотехнических свойств. Климатическую камеру проверяют не реже одного раза в год.

3.11. Перечень приборов и оборудования для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в лабораторных и натурных условиях приведен в рекомендуемом [приложении 1](#sub_1000).

**4. Подготовка к испытаниям**

4.1. Подготовку к экспериментальному определению сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции начинают с составления программы испытаний и схемы размещения первичных преобразователей температур и тепловых потоков. В программе испытаний определяют вид испытания (лабораторные, павильонные, натурные), объекты, район, ориентировочные сроки, объем испытаний, виды ограждающих конструкций, контролируемые сечения и др. данные, необходимые для решения поставленной задачи.

4.2. Схему размещения первичных преобразователей температур и тепловых потоков составляют на основе проектного решения конструкции или по предварительно установленному температурному полю поверхности испытываемой ограждающей конструкции. Для этого при испытаниях в климатических камерах или павильонах полностью смонтированную ограждающую конструкцию подвергают временному тепловому воздействию при помощи оборудования, указанного в [п. 3.1](#sub_31), после чего, не дожидаясь установления стационарного режима, с целью выявления теплопроводных включений и термически однородных зон, их конфигурации и размеров, снимают температурное поле с помощью тепловизора, терморадиометра или термощупа. Контуры основных температурных зон по результатам термографирования наносят на поверхность ограждающей конструкции.

При натурных испытаниях сразу приступают к измерению температур поверхностей и устанавливают термически однородные зоны и места расположения теплопроводных включений.

4.3. Тепловизор устанавливают таким образом, чтобы в поле зрения попала по возможности вся конструкция. Полученные на мониторе термограммы фиксируют с помощью фотоаппарата или видеомагнитофона. Допускается получение изображения всей площади испытываемого фрагмента ограждающей конструкции последовательным термографированием участков.

4.4. При измерении температур термощупом внутреннюю и наружную поверхности ограждающей конструкции разбивают на квадраты со сторонами не более 500 мм. Зоны с теплопроводными включениями разбивают на более мелкие квадраты в соответствии с конструктивными особенностями. Температуру поверхности измеряют в вершинах этих квадратов и непосредственно против теплопроводных включений. Значения температур наносят на эскиз ограждающей конструкции. Точки с равными температурами соединяют изотермами, определяют конфигурацию и размеры изотермических зон. Для выявления термически однородных участков допускается ограничиться измерением температур внутренней поверхности ограждающей конструкции в случае невозможности измерения температур с наружной стороны.

4.5. Первичные преобразователи температур и тепловых потоков располагают в соответствии со схемой. Пример схемы размещения термопар по сечению и на поверхности ограждающей конструкции и подключения их к измерительной аппаратуре приведен в справочном [приложении 2](#sub_2000).

При необходимости схему размещения первичных датчиков уточняют по результатам термографирования поверхности испытываемой ограждающей конструкции.

4.6. Для определения сопротивления теплопередаче части ограждающей конструкции, равномерной по температуре поверхности, R\_0 преобразователи температур и тепловых потоков устанавливают не менее чем в двух характерных сечениях с одинаковым проектным решением.

 пр

 4.7. Для определения R термодатчики располагают в центре

 0

термически однородных зон фрагментов ограждающей конструкции (панелей,

плит, блоков, монолитных и кирпичных частей зданий, дверей) и

дополнительно в местах с теплопроводными включениями, в углах, в стыках.

4.8. Для измерения термического сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции чувствительные элементы термодатчиков монтируют в сечениях по [п. 4.6](#sub_46) в толще фрагмента ограждающей конструкции при его изготовлении с шагом 50-70 мм и для многослойных конструкций дополнительно на границах слоев.

4.9. При наличии в ограждающих конструкциях вентилируемых прослоек чувствительные элементы термодатчиков устанавливают с шагом не менее 500 мм на поверхностях и в центре прослойки.

Преобразователи тепловых потоков закрепляют на внутренней и наружной поверхностях испытываемого ограждения не менее чем по два на каждой поверхности.

4.10. Для измерения температур внутреннего воздуха чувствительные элементы термодатчиков устанавливают по вертикали в центре помещения на расстоянии 100, 250, 750 и 1500 мм от пола и 100 и 250 мм от потолка. Для помещений высотой более 5000 мм термодатчики по вертикали устанавливают дополнительно с шагом 1000 мм.

Для измерения температур внутреннего и наружного воздуха вблизи ограждающей конструкции термодатчики устанавливают на расстоянии 100 мм от внутренней поверхности каждой характерной зоны и на расстоянии 100 мм от наружной поверхности не менее чем двух характерных зон.

4.11. Чувствительные элементы термодатчиков плотно прикрепляют к поверхности испытываемой конструкции.

При использовании термопар допускается закреплять их на поверхности ограждающей конструкции с помощью клеящих составов: гипса или пластилина, толщина которых должна быть не более 2 мм. Степень черноты используемых клеящих материалов должна быть близка к степени черноты поверхности ограждающей конструкции.

При этом термометрический провод от места закрепления чувствительного элемента отводят по поверхности ограждающей конструкции в направлении изотерм или минимального градиента температур на длину не менее 50 диаметров провода. Сопротивление электрической изоляции между цепью термопреобразователя и наружной металлической арматурой должно быть не менее 20 МОм при температуре (25 +- 10)°С и относительной влажности воздуха от 30 до 80%.

Свободные концы термопар помещают в термостат с температурой 0°С. Допускается использовать в качестве термостата сосуд Дьюара. При этом в нем должны быть одновременно пар, вода и лед дистиллированной воды.

Термопары подключают к вторичному измерительному прибору через промежуточный многоточечный переключатель.

4.12. Для измерения плотности теплового потока, проходящего через ограждающую конструкцию, на ее внутренней поверхности устанавливают по одному преобразователю теплового потока в каждой характерной зоне. Преобразователи теплового потока на поверхности ограждающей конструкции закрепляют в соответствии с ГОСТ 25380-82.

4.13. Для измерения разности давления воздуха концы шлангов от микроманометра располагают по обе стороны испытываемой конструкции на уровне 1000 мм от пола.

4.14. Гигрографы, гигрометры, аспирационные психрометры и термографы, предназначенные для контроля и регулирования температуры и относительной влажности воздуха, устанавливают в центре помещения или отсека климатической камеры, на высоте 1500 мм от пола.

4.15. При испытаниях в климатической камере после проверки готовности оборудования и измерительных средств теплый и холодный отсеки с помощью герметичных дверей изолируют от наружного воздуха. На регулирующей аппаратуре устанавливают заданные температуру и влажность воздуха в каждом отсеке и включают холодильное, нагревательное и воздухоувлажняющее оборудование камеры.

**5. Проведение испытаний**

5.1. При проведении испытаний в лабораторных условиях температуру и относительную влажность воздуха в отсеках климатической камеры поддерживают автоматически с точностью +-1°С и +-5%.

5.2. Температуры и плотности тепловых потоков измеряют после достижения в испытываемой ограждающей конструкции стационарного или близкого к нему режима, наступление которого определяют по контрольным измерениям температур на поверхности и внутри испытываемой конструкции.

После установления в отсеках климатической камеры заданной температуры воздуха измерения производят для ограждающих конструкций с тепловой инерцией до 1,5 не менее чем через 1,5 сут., с тепловой инерцией от 1,5 до 4 - через 4 сут., с тепловой инерцией от 4 до 7 - через 7 сут. и с тепловой инерцией свыше 7 - через 7,5 сут.

Значения тепловой инерции ограждающих конструкций определяют по строительным нормам и правилам, утвержденным Госстроем СССР.

Число замеров при стационарном режиме должно быть не менее 10 при общей продолжительности измерений не менее 1 сут.

5.3. Испытания в натурных условиях проводят в периоды, когда разность среднесуточных температур наружного и внутреннего воздуха и соответствующий тепловой поток обеспечивают получение результата с погрешностью не более 15% (см. рекомендуемое [приложение 3](#sub_3000)).

Продолжительность измерений в натурных условиях определяют по результатам предварительной обработки данных измерений в ходе испытаний, при которой учитывают стабильность температуры наружного воздуха в период испытаний и в предшествующие дни и тепловую инерцию ограждающей конструкции. Продолжительность измерений в натурных условиях эксплуатации должна составлять не менее 15 сут.

5.4. Плотность теплового потока, проходящего через ограждающую конструкцию, измеряют по ГОСТ 25380-82.

5.5. Контрольную запись температуры и влажности внутреннего воздуха при помощи термографа и гигрографа ведут непрерывно.

5.6. При отсутствии системы автоматизированного сбора опытных данных температуры и плотности тепловых потоков измеряют круглосуточно через каждые 3 ч (0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21 ч). Влажность воздуха в помещении или отсеке климатической камеры измеряют через каждые 6 ч (0; 6; 12; 18 ч).

Результаты измерений заносят в журнал наблюдений по форме, приведенной в рекомендуемом [приложении 4](#sub_4000).

5.7. Для установления соответствия экспериментальных значений сопротивления теплопередаче нормируемым требованиям определяют состояние ограждающей конструкции (толщина и влажность материалов слоев, воздухопроницаемость стыков) и условия испытаний (разность давлений внутреннего и наружного воздуха, скорость ветра).

Влажность материалов испытываемых ограждающих конструкций определяют по окончании теплотехнических испытаний. Пробы берут шлямбуром из стен на высоте 1,0-1,5 м от уровня пола, из покрытий - в термически однородных зонах. Мягкие утеплители вырезают ножом или извлекают металлическим крючком. Пробы собирают в бюксы и взвешивают на аналитических весах в день их взятия. Высушивание проб до постоянной массы, взвешивание их и расчет влажности материалов выполняют в соответствии с ГОСТ 24816-81.

Допускается определение влажности материалов без разрушения ограждающих конструкций диэлькометрическим методом, путем закладки емкостных преобразователей в толщу ограждения при его изготовлении или путем использования влагомеров по ГОСТ 25611-83.

Для бетонных ограждающих конструкций эти измерения осуществляют в соответствии с ГОСТ 21718-76.

Воздухопроницаемость ограждающей конструкции в лабораторных и натурных условиях определяют до начала или по окончании теплотехнических испытаний в соответствии с ГОСТ 25891-83.

Разность давлений внутреннего и наружного воздуха измеряют во время испытаний в лабораторных условиях один раз в сутки, а в натурных условиях через 3 ч и результаты заносят в отдельный журнал.

Скорость и направление ветра измеряют на территории испытываемого здания 4 раза в сутки (0, 6, 12, 18 ч) на расстоянии от 1,5 до 2 высот здания и на расстоянии одной высоты для зданий в 9 и более этажей.

Допускается принимать скорость и направление ветра по данным ближайшей метеостанции.

**6. Обработка результатов**

6.1. Сопротивление теплопередаче R\_0 для термически однородной зоны ограждающей конструкции вычисляют по формуле

 t\_в - тау\_в тау\_в - тау\_н

 R\_0 = R\_в + R\_к + R\_н = ─────────── + ───────────── + (1)

 q\_ф q\_ф

 тау\_н - t\_н

 + ─────────── ,

 q\_ф

где

R\_в и R\_н - сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и

 наружной поверхностей ограждающей конструкции,

 (м2 х °С)/Вт;

R\_к - термическое сопротивление однородной зоны ограждающей

 конструкции, (м2 х °С)/Вт;

t\_в и t\_н - средние за расчетный период измерений значения температур

 соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

тау\_в и тау\_н - средние за расчетный период измерений значения температур

 соответственно внутренней и наружной поверхностей

 ограждающей конструкции, °С;

q\_ф - средняя за расчетный период измерения фактическая

 плотность теплового потока, Вт/м2, определяемая по

 [формулам (5)](#sub_665) или [(6)](#sub_666)



 пр

 6.2. Приведенное сопротивление теплопередаче R ограждающей

 0

конструкции, имеющей неравномерность температур поверхностей, вычисляют

по формуле

"Формула (2)"

6.3. Сопротивление теплопередаче характерной зоны определяют по формуле

 t\_вi - тау\_вi тау\_вi - тау\_нi

 R\_0i = R\_вi + R\_кi + R\_нi = ───────────── + ──────────────── + (3)

 q\_фi q\_фi

 тау\_нi - t\_нi

 + ─────────────,

 q\_фi

где

R\_вi и R\_нi - сопротивления теплопередаче соответственно внутренней

 и наружной поверхностей характерной зоны, (м2 x °С)/Вт;

R\_ki - термическое сопротивление характерной зоны,

 (м2 х °С)/Вт;

t\_вi и t\_нi - средние за расчетный период температуры соответственно

 внутреннего и наружного воздуха на расстоянии 100 мм от

 поверхностей характерной зоны, °С;

тау\_вi и тау\_нi - средние за расчетный период температуры соответственно

 внутренней и наружной поверхностей характерной зоны,

 °С;

q\_фi - средняя за расчетный п ериод фактическая плотность

 теплового потока, проходящего через характерную зону,

 Вт/м2, определяемая по [формулам (5)](#sub_665) или [(6)](#sub_666).

Допускается сопротивление теплопередаче характерных зон R\_0i, вычислять по формуле

 t\_вi - t\_нi

 R\_0i = ───────────── R\_вi, (4)

 t\_вi - тау\_вi

где

 1 1

 R\_вi = ──────── = ───────────────────

 aльфа\_вi aльфа\_кi + aльфа\_лi

альфа\_кi и aльфа\_лi - коэффициенты соответственно конвективного и

 лучистого теплообмена внутренней поверхности

 характерной зоны, Вт/(м2 x °С), определяемые по

 [черт. 1](#sub_889) и [2](#sub_8810) рекомендуемого приложения 7.

6.4. При обработке результатов испытаний в лабораторных условиях в климатических камерах с автоматическим регулированием температурно-влажностных режимов для расчета сопротивления теплопередаче для каждого сечения берут значения температур и плотности тепловых потоков, средние за весь период испытаний.

При обработке результатов натурных испытаний строят графики изменения во времени характерных температур и плотности тепловых потоков, по которым выбирают периоды с наиболее установившимся режимом с отклонением среднесуточной температуры наружного воздуха от среднего значения за этот период в пределах +-1,5°С и вычисляют средние значения сопротивления теплопередаче для каждого периода.

Общая продолжительность этих расчетных периодов должна составлять не менее 1 сут для ограждающих конструкций с тепловой инерцией до 1,5 и не менее 3 сут для конструкций с большей тепловой инерцией.

6.5. При отличии температур свободных концов термопар от 0°С необходимо вводить поправку в показания измеренной э.д.с. в соответствии с ГОСТ 3044-77.

6.6. Среднюю за период измерений фактическую плотность теплового потока определяют по формулам:

для сплошных ограждающих конструкций

 q(t\_в - t\_н) q(тау\_в - тау\_н)

 q\_ф = ────────────────────────── = ────────────────────────────────; (5)

 (t\_в - t\_н) - q(R\_т + R\_с) (тау\_т.в - тау\_н) - q(R\_т + R\_с)

для ограждающих конструкций с замкнутой воздушной прослойкой, прилегающей к внутреннему тонкому слою, на котором установлен преобразователь теплового потока.

 R\_т + R\_c

 q\_ф = q(1 + ─────────────────────, (6)

 R\_в + R\_i + 0,5R\_в.п)

где

t\_в, - то же, что в [формуле (1)](#sub_661);

t\_н,

тау\_в,

тау\_н

q - средняя за расчетный период измеренная плотность теплового

 потока, Вт/м2;

R\_т - термическое сопротивление преобразователя теплового потока,

 определяемое по его паспортным данным, (м2 x °С)/Вт;

R\_c - термическое сопротивление слоя, прикрепляющего преобразователь

 теплового потока, (м2 x °С)/Вт, определяемое расчетом;

R\_в - сопротивление теплопередаче внутренней поверхности ограждающей

 конструкции, (м2 x °С)/Вт, определяемое расчетным путем по

 средним значениям t, тау\_в и q. Допускается в первом

 приближении принимать его равным нормируемым значениям 0,115

 (м2 x °С)/Вт;

R\_i - термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции между

 внутренней поверхностью и воздушной прослойкой, (м2 х °С)/Вт,

 определяемое расчетом;

тау\_т.в - температура поверхности преобразователя теплового потока,

 обращенная внутрь помещения, °С, измеренная при испытаниях;

R\_в.п - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, (м2 х

 °С)/Вт, определяемое по справочному [приложению 5](#sub_5000).

Для вентилируемой прослойки R\_в.п определяют по формуле

 0,86

 R\_в.п. = ─────────────, (7)

 d\_к + aльфа\_л

где

альфа = 5,5 + 5,7v;

v - скорость движения воздуха в прослойке, определяемая по опытным

 данным или расчетом, м/с;

альфа\_л - коэффициент лучистого теплообмена, определяемый расчетным

 путем, Вт/(м2 х °С).

6.7. Термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции определяют по формуле

 дельта т

 R\_сл = ───────────, (8)

 q\_ф

где

дельта т - разность температур на границах слоя, °С;

q\_ф - то же, что в [формулах (5)](#sub_665) и [(6)](#sub_666).

С целью сопоставления фактических значений теплопроводности материалов, использованных в конструкции, с проектными значениями, теплопроводность материала слоя лямбда определяют по формуле

 сигма

 лямбда = ───────, (9)

 R\_сл

где

сигма - толщина слоя, м.

6.8. Доверительный интервал определения значений сопротивления теплопередаче R\_о.и. вычисляют по формуле

 ─── ───

 R\_о.и = R\_0 +- дельта R\_0, (10)

где

───

R\_0 - среднее сопротивление теплопередаче, определенное при

 испытаниях ограждающей конструкции по [формуле (1)](#sub_661), [(2)](#sub_662),

 (м2 х °С)/Вт;

 ───

дельта R\_0 - суммарная абсолютная погрешность результата испытания,

 вычисленная по рекомендуемому [приложению 3](#sub_3000), (м2 х °С)/Вт.

6.9. Относительная погрешность определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции по данному методу не должна превышать 15%.

 6.10. Полученные в результате испытаний значения сопротивления

 пр

теплопередаче R\_0 и R должны быть не менее значений, указанных в

 0

стандартах, технических условиях на ограждающие конструкции или проектных

значений.

 Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции

 пр

 R

 0

r = ───────, учитывающий влияние стыков, обрамляющих ребер и других

 R\_0

теплопроводных включений, должен быть не ниже значений, приведенных в

справочном [приложении 6](#sub_6000).

6.11. Для установления соответствия опытных значений температур внутренней поверхности нормируемым значениям полученные в результате испытаний температуры внутренней поверхности ограждения пересчитывают по рекомендуемому [приложению 7](#sub_7000) на расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха t\_н и t\_в, принимаемые для конкретного вида здания и климатического района в соответствии с ГОСТ 12.1.005-76 и проектом.

*Взамен ГОСТа 12.1.005-76 постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388 утвержден и введен в действие с 1 января 1989 г. ГОСТ 12.1.005-88*

**7. Требования безопасности**

7.1. При работе с оборудованием климатических камер и при проведении испытаний в зимних условиях эксплуатации зданий должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденными Госэнергонадзором, и общие требования электробезопасности в строительстве по ГОСТ 12.1.013-78.

7.2. Монтаж датчиков на наружной поверхности ограждающей конструкции на этажах выше первого должен проводиться с лоджий, балконов или монтажных средств с соблюдением требований безопасности при работе на высоте.

**Приложение 1**

**Рекомендуемое**

**Перечень приборов и оборудования для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

Термопары хромель-алюмель или хромель-копель с диаметром электродов 0,3 мм и длиной до 25000 мм и ПХВ изоляцией по ГОСТ 3044-77, ГОСТ 1790-77 или ГОСТ 6616-74.

Измерители теплового потока ИТП-11 или ИТП-7 по ТУ А10Т2. 825.013 ТУ.

Термощуп-термометр ЭТП-М по ТУ-7-23-78.

Преобразователи тепловых потоков (тепломеры) по ГОСТ 7076-78.

Тепловизионная или терморадиационная система.

Аспирационный психрометр МВ-4М или М-34 по ГОСТ 6353-52.

Метеорологический недельный термограф М-16И по ГОСТ 6416-75.

Метеорологический недельный гигрограф М21Н или М32Н.

Лабораторный термометр типа 4-1 (от минус 30 до плюс 20°С), по ГОСТ 215-73.

Метеорологический низкоградусный термометр ТМ-9 по ГОСТ 112-78.

Метеорологический термометр ТМ-8 по ГОСТ 112-78.

Ручной чашечный анемометр МЕ-13 или АРИ-49 по ГОСТ 6376-74 или ГОСТ 7193-74.

Сосуд Дьюара.

Микроманометр ММН по ГОСТ 11161-71.

Весы лабораторные по ГОСТ 24104-80.

Стаканчики типа СВ или СН по ГОСТ 25336-82.

Шлямбур диаметром 15 мм с победитовым наконечником.

Сушильный электрошкаф по ГОСТ 13474-79.

Кувалда массой до 4 кг.

Секундомер С-1-2-А.

Стальная рулетка 10000 мм Р3-10.

Эксикатор по ГОСТ 25336-82.

Компас.

**Приборы для автоматической записи показаний термопар**

Электронный потенциометр ЭПП-09МЗ на 24 точки или КСП-4 на 12 точек, градуировка на термопары ХК или в мВ.

Электронный уравновешивающий ленточный самописец на 12 точек, градуировка в мВ, предел измерения от минус 5 до плюс 5 мВ.

Электронный потенциометр на 12 точек, градуировка в мВ, пределы измерения от 8 до плюс 10 мВ.

**Приборы для ручной записи показаний термодатчиков**

Переносной потенциометр ПП-63, КП-59, Р-306, Р-305 или цифровой микровольтметр В-7-21.

Щитовые переключатели 20 - точечные типа ПНТ.

**Примечание.** Допускается использовать другие приборы, оборудование и измерительные средства, отвечающие требованиям и поверенные в установленном порядке. Количество их определяют в соответствии с программой и схемой испытаний.

**Приложение 2**

**Справочное**

**Схема размещения термопар на испытываемой ограждающей конструкции и подключения их к измерительной аппаратуре**

****

"Схема размещения термопар на испытываемой ограждающей конструкции и подключения их к измерительной аппаратуре"



"Развертка стены, сечение стены и подключение датчиков"

**Приложение 3**

**Рекомендуемое**

**Пример определения диапазона температур наружного воздуха и погрешности вычисления сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции**

1. Определяют сопротивление теплопередаче наружных стен жилого дома в зимних условиях эксплуатации здания.

Согласно проекту сопротивление теплопередаче наружной стены по основному полю равно R\_о.п. = 1 (м2 х °С)/Вт. Среднее экспериментальное: значение сопротивления теплопередаче R\_о.э. вычисляют по результатам измерений по формуле

 ─── ─── ─

 (t\_в - t\_н) дельта t\_изм

 R\_о.э = ─────────── = ────────────, (1)

 ───── ─────

 q\_изм q\_изм

─── ───

t\_в, t\_н - средняя температура соответственно внутреннего и наружного

 воздуха в периоды испытаний, °С;

─────

q\_изм - средняя плотность теплового потока, проходящего через

 ограждение, Вт/м2.

Плотность теплового потока измеряют прибором ИТП-11 в соответствии с ГОСТ 25380-82 с установкой предела измерения 50 Вт/м2. Температуру воздуха измеряют ртутными термометрами с ценой деления 0,2°С.

2. В соответствии с теорией погрешностей в данном случае абсолютную суммарную погрешность измерений дельта R\_сумма определяют по формуле



"Формула (2)"

Основную относительную погрешность прибора ИТП-11 эпсилон\_q в процентах вычисляют по формуле

 q\_пр

 eпсилон\_q = +- (3,5 + ─────), (3)

 q\_изм

где

q\_пр - значение предела измерения, Вт/м2;

q\_изм - значение измеренной плотности теплового потока, Вт/м2.

Основную абсолютную погрешность измерения прибором ИТП-11 дельта q вычисляют по формуле

 q\_пр ─

 дельта q = +-0,01(3,5 + ─────) х q\_изм (4)

 q\_изм

Основную абсолютную погрешность измерения ртутными термометрами принимают равной половине цены деления шкалы

 дельта (дельта t) = 0,5 x 0,2 = 0,1°С

Так как отношение дельта (дельта t\_изм) к дельта t пренебрежимо мало, то в дальнейшем его не учитывают.



 ───

 Экспериментальное значение сопротивления теплопередаче R\_о.э

подлежащей испытанию конструкции, принимают приблизительно равным его

проектному значению R\_о.п. Подставляя [формулу (4)](#sub_3040) в [формулу (2)](#sub_3020), получают

"Формула (5)"



 q\_пр

 Анализ [формулы (5)](#sub_3050) показывает, что чем больше отношение ─────, тем

 q\_изм

больше погрешность измерения. При измерении плотности теплового потока

прибором ИТП-11 с установкой предела измерения q\_пр = 50 Вт/м2 и

соблюдением относительной погрешности измерений эпсилон <= 5% текущее

значение измеряемой плотности теплового потока по [формуле (3)](#sub_3030) будет равно

"Текущее значение измеряемой плотности теплового потока"

Абсолютная погрешность измерений по [формуле (5)](#sub_3050) по основному полю стены с R\_о.п = 1 (м2 х °С)/Вт составит:



"Абсолютная погрешность измерений"

При использовании прибора ИТП-11 при испытаниях необходимо обеспечить условия, при которых измеряемая плотность теплового потока находилась бы в диапазоне 33-50 Вт/м2.

Определяют диапазон разностей температур, обеспечивающих этот диапазон плотностей теплового потока.

Из [формулы (1)](#sub_3010) настоящего приложения получают

 ─

 дельта t\_изм = q\_изм R\_о.э

 \_

 Учитывая, что R\_о.э у R\_о.п, получают значения:

 min

 дельта t = 33 x 1 = 33°С;

 max

 дельта t = 50 x 1 = 50°С.

Диапазон наружных температур, при которых необходимо проводить испытания наружной стены жилого здания при соблюдении минимального диапазона суммарной абсолютной погрешности измерений составит:



 max

 t\_в = (t\_в - дельта t ) = (18 - 50) = -32°С;

 min

 t\_н = (t\_в - дельта t ) = (18 - 33) = -15°С.

 Сроки испытаний ограждающих конструкций в зимних условиях

эксплуатации зданий назначают в соответствии с прогнозом погоды на период

стояния наружных температур от минус 15 до минус 32°С. В этих условиях

будет использована верхняя часть шкалы первого диапазона прибора ИТП-11

(от 33 до 50 Вт/м2) и измерения плотности теплового потока будут

выполнены с минимальной погрешностью. Если в результате проведенных

 ─

испытаний получено, что R\_о.э = 1,04 (м2 х °С)/Вт, то доверительный

интервал с учетом вычисленной выше суммарной абсолютной погрешности

измерений представляют в виде

"Доверительный интервал с учетом вычисленной суммарной абсолютной погрешности измерений"

Если в соответствии с поставленной задачей допускается большая, чем в примере, погрешность измерения, натурные испытания могут быть проведены при более высоких температурах наружного воздуха.

Так, например, используя [формулы (1)-(6)](#sub_3010), вычислим, что при натурных испытаниях такой же ограждающей конструкции с использованием тех же средств при средней температуре наружного воздуха за расчетные периоды -5°С доверительный интервал определения сопротивления теплопередаче составит 0,98-1,1 (м2 х °С)/Вт.

**Приложение 4**

**Рекомендуемое**

**Журнал записи измеряемых параметров при определении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

┌──────┬───────┬────────┬───────────────┬───────────────┬────────┬───────────┬─────┬──────┬───────┬──────┬─────┐

│Харак-│Номера │ Номера │ Текущие │ Средняя │ Номера │ Текущие │Сред-│Номера│Текущие│Сред- │ При-│

│терис-│терми- │установ-│ значения │ температура │датчиков│ значения │ няя │датчи-│значе- │ няя │меча-│

│ тика │чески │ ленных │ температур │ термически │тепловых│ плотности │плот-│ ков │ ния │отно- │ ния │

│ограж-│ одно- │ термо- │ поверхности │ однородной │ потоков│ тепловых │ность│изме- │относи-│ си- │ │

│дающей│родных │датчиков│ │ зоны │ │потоков q\_i│ теп-│рения │тельной│тель- │ │

│конст-│ зон │ ├───────┬───────┼───────┬───────┤ ├─────┬─────┤лово-│отно- │влажно-│ ная │ │

│рукции│конст- │ │тау\_вi,│тау\_нi,│тау\_вi,│тау\_нi,│ │ мВ │Вт/м2│ го │ си- │ сти │влаж- │ │

│ │рукций │ │ °C │ °C │ °C │ °С │ │ │ │пото-│тель- │воздуха│ность │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ ка │ ной │ф\_i, % │возду-│ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │q\_i, │влаж- │ │ ха │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │Вт/м2│ности │ │ ф, % │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │возду-│ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ ха │ │ │ │

├──────┼───────┼────────┼───────┼───────┼───────┼───────┼────────┼─────┼─────┼─────┼──────┼───────┼──────┼─────┤

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

└──────┴───────┴────────┴───────┴───────┴───────┴───────┴────────┴─────┴─────┴─────┴──────┴───────┴──────┴─────┘

**Приложение 5**

**Справочное**

**Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки**

┌─────────────┬─────────────────────────────────────────────────────────┐

│ Толщина │ Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки │

│ воздушной │ R\_в.п., (м2 х °С)/Вт │

│прослойки, м ├────────────────────────────┬────────────────────────────┤

│ │ горизонтальной при потоке │ горизонтальной при потоке │

│ │ тепла │ тепла │

│ │ снизу вверх и вертикальной │ сверху вниз │

│ ├────────────────────────────┴────────────────────────────┤

│ │ при температуре воздуха в прослойке │

│ ├─────────────┬──────────────┬─────────────┬──────────────┤

│ │положительной│ отрицательной│положительной│отрицательной │

├─────────────┼─────────────┼──────────────┼─────────────┼──────────────┤

│ 0,01 │ 0,13 │ 0,15 │ 0,14 │ 0,15 │

│ 0,02 │ 0,14 │ 0,15 │ 0,15 │ 0,19 │

│ 0,03 │ 0,14 │ 0,16 │ 0,16 │ 0,21 │

│ 0,05 │ 0,14 │ 0,17 │ 0,17 │ 0,22 │

│ 0,1 │ 0,15 │ 0,18 │ 0,18 │ 0,23 │

│ 0,15 │ 0,15 │ 0,18 │ 0,19 │ 0,24 │

│ 0,2-0,3 │ 0,15 │ 0,19 │ 0,19 │ 0,24 │

└─────────────┴─────────────┴──────────────┴─────────────┴──────────────┘

**Примечание.** При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличить в два раза.

**Приложение 6**

**Справочное**

**Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции r, учитывающий влияние стыков, обрамляющих ребер и других теплопроводных включений, для основных наиболее распространенных наружных стен**

┌───────────────────────────────────────────────────────┬───────────────┐

│ Вид стен и использованные материалы │ Коэффициент │

├───────────────────────────────────────────────────────┼───────────────┤

│Из однослойных легкобетонных панелей │ 0,85-0,90 │

│Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным│ 0,75-0,85 │

│утеплителем и гибкими связями │ │

│Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным│ 0,70-0,80 │

│утеплителем и железобетонными шпонками или │ │

│ребрами из керамзитобетона │ │

│Из трехслойных железобетонных панелей с│ 0,50-0,65 │

│эффективным утеплителем и железобетонными ребрами │ │

│Из трехслойных панелей на основе древесины,│ 0,90-0,95 │

│асбестоцемента и других листовых материалов с│ │

│эффективным утеплителем при полистовой сборке при│ │

│ширине панелей 6 и 12 м без каркаса │ │

│Из трехслойных металлических панелей с утеплителем│ 0,85-0,95 │

│из пенопласта без обрамлений в зоне стыка │ │

│Из трехслойных металлических панелей с утеплителем│ 0,65-0,80 │

│из пенопласта с обрамлением в зоне стыка │ │

│Из трехслойных металлических панелей с│ 0,55-0,85 │

│утеплителем из минеральной ваты с различным каркасом │ │

│Из трехслойных асбестоцементных панелей с│ 0,50-0,75 │

│минераловатным утеплителем с различным каркасом │ │

└───────────────────────────────────────────────────────┴───────────────┘

**Примечание.** Значение коэффициента r определяют на основе расчета температурных полей или экспериментально.

**Приложение 7**

**Рекомендуемое**

**Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия**

1. Температуру внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях определяют по формуле



"Формулы (1), (2)"



 эксп

 2. **Пример.** В результате эксперимента при t = 20,7°С и

 в

 эксп

t = -10,5°С получена температура внутренней поверхности

 н

 эксп

вертикального ограждения тау = 13,2°С. Какова будет тау\_в при

 в

расчетных t\_в = 18°C и t\_н = -30°С?

"Пример"

Температуру внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях определяют по [формуле (1)](#sub_7010)



 расч 8,05

 тау = 18 - (18 - 6,5) х ──── = 6,9°С

 в 8,4

"Черт. 1. График для определения альфа\_к"



"Черт. 2. График для определения альфа\_л"