

## ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

## Здания и сооружения

Методы определения сопротивления теплопередаче  
ограждающих конструкцийBuildings and structures.  
Methods for determination of thermal resistance  
of enclosing structures

Дата введения 1985-01-01

## Информационные данные

## 1. РАЗРАБОТАН

Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР  
 Научно-исследовательским институтом строительных конструкций (НИИСК) Госстроя СССР  
 Центральным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭПжилища) Госгражданстроя

## РАЗРАБОТЧИКИ

И.Г. Кожевников, канд. техн. наук (руководитель темы); И.Н. Бутовский, канд. техн. наук; В.П. Хоменко, канд. техн. наук; Г.Г. Фаренюк, канд. техн. наук; Е.И. Семенова, канд. техн. наук; Г.К. Авдеев, канд. техн. наук; А.П. Цепелев, канд. техн. наук; И.С. Лифанов

## ВНЕСЕН

Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР  
 Директор В.А. Дроздов

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 2 августа 1984 г. № 127

## 3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

## 4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения
ГОСТ 12.1.005-88	6.11, приложение 7
ГОСТ 12.1.013-78	7.1
ГОСТ 112-78	3.4, приложение 1
ГОСТ 1790-77	3.4, приложение 1
ГОСТ 3044-84	3.4, 6.5, приложение 1
ГОСТ 6376-74	3.9, приложение 1
ГОСТ 6416-75	3.5, приложение 1
ГОСТ 6651-84	3.4
ГОСТ 7076-87	Приложение 1
ГОСТ 7164-78	3.1
ГОСТ 7165-78	3.4
ГОСТ 7193-74	3.9, приложение 1
ГОСТ 8711-78	3.4
ГОСТ 9245-79	3.4
ГОСТ 9736-91	3.4
ГОСТ 9987-77	3.1

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 или компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильных машин по ОСТ 26-03-2039, устанавливаемые вне камеры, и охлаждающие батареи холодильных установок, устанавливаемые внутри холодного отсека для охлаждения в нем воздуха;

маслонаполненные электрорадиаторы по ГОСТ 16617, терморрадиаторы, электротепловентиляторы по ГОСТ 17083 или электроконвекторы по ГОСТ 16617 и электроувлажнители воздуха для нагрева и увлажнения воздуха в теплом отсеке камеры;

регуляторы температуры по ГОСТ 9987, автоматические приборы следящего уравнивания по ГОСТ 7164 или сигнализаторы температуры по ГОСТ 23125 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 их в холодном и теплом отсеках камеры стационарного режима, соответствующего расчетным зимним условиям эксплуатации ограждающей конструкции.

3.2. Для определения сопротивления теплопередаче в натуральных 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.

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

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

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

Для оперативного измерения температурного поля поверхностей ограждающей конструкции используют термошупы, терморрадиометры, тепловизоры (см. приложение 1).

Температуру воздуха контролируют с помощью стеклянных термометров расширения по ГОСТ 112 (нижний предел минус 70°C) и ГОСТ 27544.

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.

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

3.7. Для измерения относительной влажности воздуха используют аспирационные психрометры, 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, сушильный электрошкаф по ОСТ 16.0.801.397, лабораторные образцовые весы с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104, эксикаторы по ГОСТ 25336.

3.9. Скорость ветра в натуральных условиях определяют ручным анемометром по ГОСТ 6376 или ГОСТ 7193.

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 ( $m^2 \cdot C / Bt$ ), габаритные размеры которого должны

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  $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха от 30 до 80%.

Свободные концы термопар помещают в термостат с температурой  $0^\circ\text{C}$ . 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.

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  $\pm 1^\circ\text{C}$  и  $\pm 5\%$ .

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 натуральных 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. приложение 3).

Продолжительность измерений в натуральных 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 натуральных условиях эксплуатации должна составлять не менее 15 сут.

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

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

$F_i$  – площадь характерной изотермической зоны, определяемой планиметрированием, м<sup>2</sup>;

$R_{0i}$  – сопротивление теплопередаче характерной зоны м<sup>2</sup>·°C/Вт, определяемое по формуле (3) или (4).

6.3. Сопротивление теплопередаче характерной зоны определяют по формуле

$$R_{0i} = R_{ei} + R_{ki} + R_{ni} = \frac{t_{ei} - \tau_{ei}}{q_{\phi i}} + \frac{\tau_{ei} - \tau_{ni}}{q_{\phi i}} + \frac{\tau_{ni} - t_{ni}}{q_{\phi i}}, \quad (3)$$

где  $R_{ei}$  и  $R_{ni}$  – сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и наружной поверхностей характерной зоны, м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$R_{ki}$  – термическое сопротивление характерной зоны, м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$t_{ei}$  и  $t_{ni}$  – средние за расчетный период температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха на расстоянии 100 мм от поверхностей характерной зоны, °C;

$\tau_{ei}$  и  $\tau_{ni}$  – средние за расчетный период температуры соответственно внутренней и наружной поверхностей характерной зоны, °C;

$q_{\phi i}$  – средняя за расчетный период фактическая плотность теплового потока, проходящего через характерную зону, Вт/м<sup>2</sup>, определяемая по формулам (5) или (6).

Допускается сопротивление теплопередаче характерных зон  $R_{0i}$ , вычислять по формуле

$$R_{0i} = \frac{t_{ei} - t_{ni}}{t_{ei} - \tau_{ei}} R_{ei}, \quad (4)$$

где

$$R_{ei} = \frac{1}{\alpha_{ei}} = \frac{1}{\alpha_{ki} + \alpha_{li}};$$

$\alpha_{ki}$  и  $\alpha_{li}$  – коэффициенты соответственно конвективного и лучистого теплообмена внутренней поверхности характерной зоны, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), определяемые по черт.1 и 2 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 натуральных 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 термпар от 0°С необходимо вводить поправку в показания измеренной э.д.с. в соответствии с ГОСТ 3044.

где  $\Delta\tau$  – разность температур на границах слоя, °С ;

$q_{\phi}$  – то же, что в формулах (5) и (6).

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

$$\lambda = \frac{\delta}{R_{сл}}, \quad (9)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м.

6.8. Доверительный интервал определения значений сопротивления теплопередаче  $R_{о.и}$  вычисляют по формуле

$$R_{о.и} = \bar{R}_0 \pm \Delta\bar{R}_0; \quad (10)$$

где  $\bar{R}_0$  – среднее сопротивление теплопередаче, определенное при испытаниях ограждающей конструкции по формуле (1), (2), м<sup>2</sup>·°С / Вт;

$\Delta\bar{R}_0$  – суммарная абсолютная погрешность результата испытания, вычисленная по приложению 3, м<sup>2</sup>·°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 теплопередаче  $R_0$  и  $R_0^{пр}$  должны быть не менее значений, указанных в стандартах, технических условиях на ограждающие конструкции или проектных значений.

Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции  $r = \frac{R_0^{пр}}{R_0}$ , учитывающий

влияние стыков, обрамляющих ребер и других теплопроводных включений, должен быть не ниже значений, приведенных в приложении 6.

6.11. Для установления соответствия опытных значений температур внутренней поверхности нормируемым значениям, полученные в результате испытаний температуры внутренней поверхности ограждения пересчитывают по приложению 7 на расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха  $t_n$  и  $t_e$ , принимаемые для конкретного вида здания и климатического района в соответствии с ГОСТ 12.1.005 и проектом.

## 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.

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

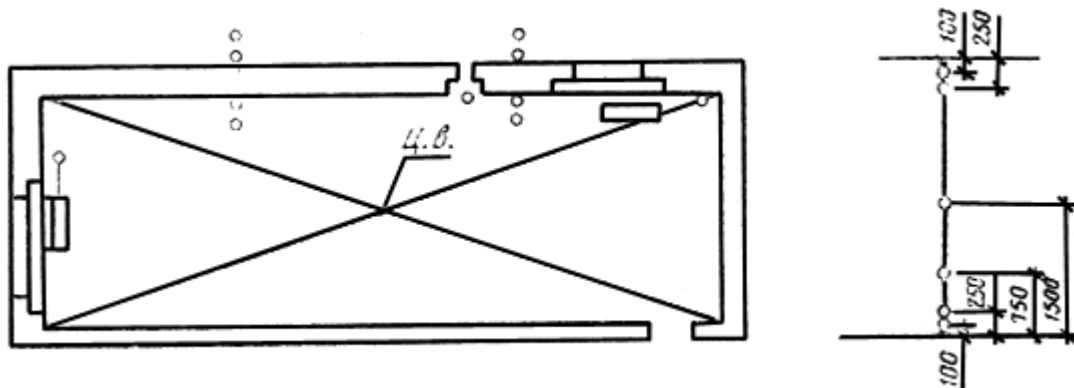
### Перечень приборов и оборудования для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

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

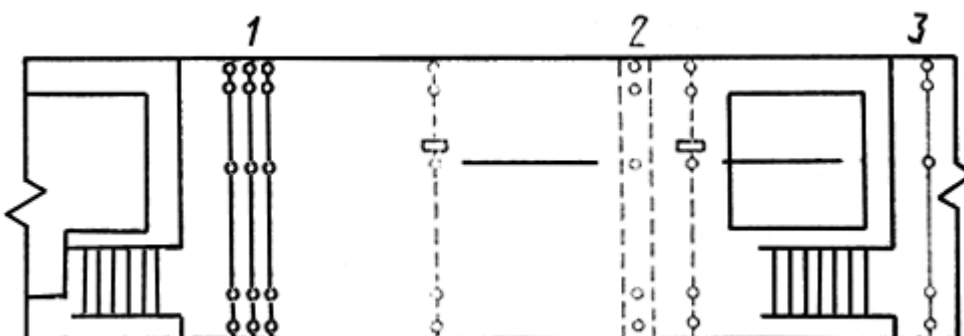
Измерители теплового потока ИТП-11 или ИТП-7 по ТУ А10Т2.825.013 ТУ.

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

Преобразователи тепловых потоков (тепломеры) по ГОСТ 7076.

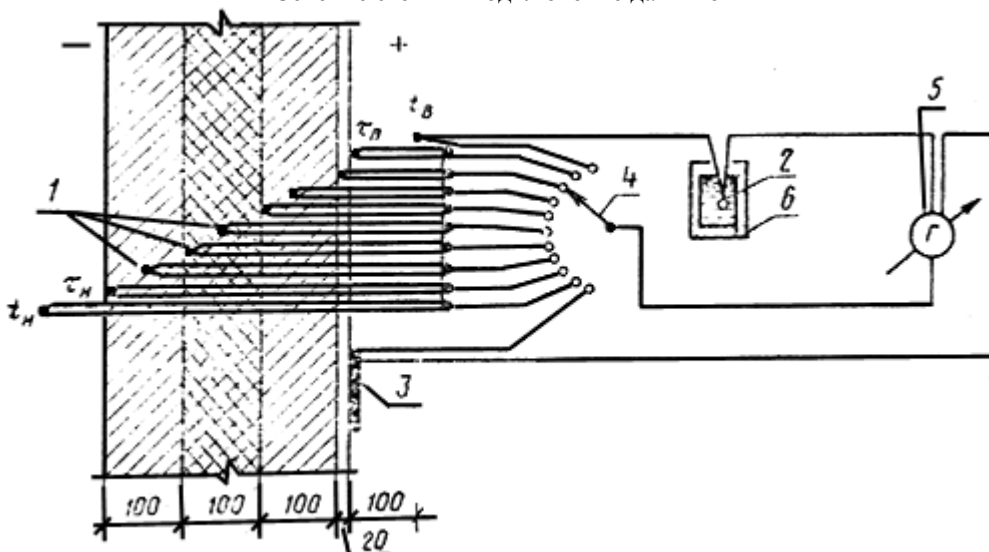


Развертка стены



1 - наружный угол; 2 - стык наружных панелей; 3 - стык наружной и внутренней панелей

Сечение стены и подключение датчиков



1 - рабочие спаи термопар; 2 - холодный спай термопар; 3 - преобразователь теплового потока; 4 - многоточечный переключатель; 5 - измерительный прибор; 6 - термостат (сосуд Дьюара)

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  $R_{o,n} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . Среднее экспериментальное значение сопротивления теплопередаче  $R_{o,с}$  вычисляют по результатам измерений по формуле

$q_{np} = 50 \text{ Вт/м}^2$  и соблюдением относительной погрешности измерений  $\varepsilon \leq 5\%$  текущее значение измеряемой плотности теплового потока по формуле (3) будет равно

$$q_{изм} \geq \frac{q_{np}}{\varepsilon - 3,5} \geq \frac{50}{5 - 3,5} \geq 33 \text{ Вт/м}^2.$$

Абсолютная погрешность измерений по формуле (5) по основному полю стены с  $R_{o,n} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{° C/Вт}$  составит:

максимальная

$$\Delta R_{\Sigma}^{\max} = 1 \times 0,01 \left( 3,5 + \frac{50}{33} \right) = 0,050 \text{ м}^2 \cdot \text{° C/Вт};$$

минимальная

$$\Delta R_{\Sigma}^{\min} = 1 \times 0,01 \left( 3,5 + \frac{50}{50} \right) = 0,045 \text{ м}^2 \cdot \text{° C/Вт}.$$

При использовании прибора ИТП-11 при испытаниях необходимо обеспечить условия, при которых измеряемая плотность теплового потока находилась бы в диапазоне 33-50 Вт/м<sup>2</sup>.

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

Из формулы (1) настоящего приложения получают

$$\Delta t_{изм} = q_{изм} \bar{R}_{o,э}$$

Учитывая, что  $\bar{R}_{o,э} \approx R_{o,n}$ , получают значения:

$$\Delta t^{\min} = 33 \cdot 1 = 33 \text{ ° C};$$

$$\Delta t^{\max} = 50 \cdot 1 = 50 \text{ ° C}.$$

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

$$t_n = (t_e - \Delta t^{\max}) = (18 - 50) = -32 \text{ ° C};$$

$$t_n = (t_e - \Delta t^{\min}) = (18 - 33) = -15 \text{ ° C}.$$

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 ° C. В этих условиях будет использована верхняя часть шкалы первого диапазона прибора ИТП-11 (от 33 до 50 Вт/м<sup>2</sup>) и измерения плотности теплового потока будут выполнены с минимальной погрешностью.

Если в результате проведенных испытаний получено, что  $\bar{R}_{o,э} = 1,04 \text{ м}^2 \cdot \text{° C/Вт}$ , то доверительный интервал с учетом вычисленной выше суммарной абсолютной погрешности измерений представляют в виде

$$R_{o,u} = \bar{R}_{o,э} \pm \Delta R_{\Sigma} = 1,04 \pm 0,05 = 0,99 - 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{° C/Вт}, \quad (6)$$

где  $\Delta R_{\Sigma}$  – максимальная абсолютная погрешность 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), вычислим, что при натуральных 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 м<sup>2</sup> · ° C/Вт.

**Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки**

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.л}$ , м <sup>2</sup> · °С/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла 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.

**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 легковесных панелей	0,85-0,90
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,75-0,85
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитобетона	0,70-0,80
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,50-0,65
Из трехслойных панелей на основе древесины, асбестоцемента и других листовых материалов с эффективным утеплителем при полистовой сборке при ширине панелей 6 и 12 м без каркаса	0,90-0,95

$$t_{cp} = \frac{t_{\theta}^{эксп} + \tau_{\theta}^{эксп}}{2} \text{ и } t_{cp} = \frac{t_{\theta} + \tau'_{\theta}}{2} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)},$$

определяемые по графику на черт.2 настоящего приложения;

$t_{\theta}^{эксп}$  — средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха, °C;

$\tau_{\theta}^{эксп}$  — средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке, °C;

$t_n$  — расчетная температура наружного воздуха, °C;

$t_n^{эксп}$  — средняя за период наблюдений температура наружного воздуха, °C.

2. Пример. В результате эксперимента при  $t_{\theta}^{эксп} = 20,7^{\circ}\text{C}$  и  $t_n^{эксп} = -10,5^{\circ}\text{C}$  получена температура внутренней поверхности вертикального ограждения  $\tau_{\theta}^{эксп} = 13,2^{\circ}\text{C}$ . Какова будет  $\tau_{\theta}$  при расчетных  $t_{\theta} = 18^{\circ}\text{C}$  и  $t_n = -30^{\circ}\text{C}$ ?

Предварительно находят  $\tau'_{\theta}$

$$\tau'_{\theta} = 18 - (20,7 - 13,2) \cdot \frac{18 + 30}{20,7 + 10,5} = 6,5^{\circ}\text{C}.$$

По графику на черт.1 определяют:

$$\text{при } \Delta t = t_{\theta}^{эксп} - \tau_{\theta}^{эксп} = 20,7 - 13,2 = 7,5^{\circ}\text{C} \dots \alpha_{\kappa} = 3,21 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

$$\text{при } \Delta t = t_{\theta} - \tau'_{\theta} = 18 - 6,5 = 11,5^{\circ}\text{C} \dots \alpha'_{\kappa} = 3,76 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

По графику на черт.2 определяют:

$$\text{при } t_{cp} = \frac{t_{\theta} + \tau_{\theta}^{эксп}}{2} = \frac{20,7 + 13,2}{2} = 16,95^{\circ}\text{C} \dots \alpha_l = 4,84 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

$$\text{при } t_{cp} = \frac{t_{\theta} + \tau'_{\theta}}{2} = \frac{18 + 6,5}{2} = 12,25^{\circ}\text{C} \dots \alpha'_l = 4,64 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Находят

$$\alpha_{\theta} = \alpha_{\kappa} + \alpha_l = 3,21 + 4,84 = 8,05 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

$$\alpha'_{\theta} = \alpha'_{\kappa} + \alpha'_l = 3,76 + 4,64 = 8,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

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

$$\tau_{\theta}^{\text{расч}} = 18 - (18 - 6,5) \cdot \frac{8,05}{8,4} = 6,9^{\circ}\text{C}.$$

**График для определения  $\alpha_{\kappa}$**