РСТ Уз.209-97

СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Издание официальное

Государственный комитет Республики Узбекистан
Ташкент

УЗДАВСТАНДАРТ
Рўйхатга олиш китоби
№
Дата киритилган

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН и ВНЕСЕН Узбекским научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (АО УзЛИТПИ) им. Х.Асамова.

2 УВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН в ДЕЙСТВИЕ приказом Государственного комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству от 4 июля 1997г. № 48.

3 Стандарт соответствует государственной системе стандартизации Республики Узбекистан. Основные положения (ГОСТ 1.5-93, РСТ Уз 1.0-92 и РСТ Уз 1.11-95).

4 Разделы 1, 2, 5, 6, 7, 8, Приложения А, В, Г, Д и Е переработаны с учетом климатических особенностей Республики Узбекистан, а разделы 3, 4 (кроме пунктов 3.5 и 4.6), Приложение Б, а также пункты 6.4-6.6, 6.8, 6.9, 7.4, 7.5, 8.2, и 9.2 представляют собой полный аутентичный текст из ГОСТ 26254-84.

5 С вводом в действие настоящего стандарта по территории Республики Узбекистан прекращается действие ГОСТ 26254-84. "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций".

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госкомархитектстроя Республики Узбекистан.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1 Область применения 31

2 Нормативные ссылки 31

3 Общие положения 32

4 Отбор образцов 33

5 Средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование..... 34

6 Подготовка к выполнению испытаний 35

7 Проведение испытаний 38

8 Обработка результатов испытаний 40

9 Требования безопасности 44

Приложение А Схема размещения термопар на испытываемой ограждающей конструкции и подключения их к средствам измерения 45

Приложение Б Журнал записи измеряемых параметров при определении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций 47

Приложение В Пример обработки результатов испытания ограждающей конструкции в натурных условиях 48

Приложение Г Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки 51

Приложение Д Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции r, учитывающий влияние стыков, обрамляющих ребер и других теплопроводных включений, для ос-

новных наиболее распространенных наружных стен 52

Приложение Е Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия 53

СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

БИНОЛАР ВА ИНШООТЛАР
ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИНГ ИССИҚЛИК УЗАТИШГА ҚАРШИЛИГИНИ АНИҚЛАШ УСЛУБЛАРИ.

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

BUILDINGS AND STRUCTURES.
METHODS OF DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE OF ENCLOSING STRUCTURES

Дата введения 1998-01-01
2003-01-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на ограждающие конструкции жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных и 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.

Требования всех разделов стандарта, кроме изложенных по 7.5 и приложению Б, являются обязательными.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

Издание официальное

УЗДАВСТАНДАРТНИНГ
рўйхатга олиш китоби
«24» 04 1997 йил
№ 683
да қайд қилинган.

ГОСТ 12.1.013-78 ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования.

РСТ Уз 745-96 Здания и сооружения. Методы определения сопротивления возд ухопроницанию ограждающих конструкций.

ГОСТ 1790-77* Проволока из сплавов хромель-Т, алюмель, копель и константан для термоэлектродов термоэлектрических преобразователей. Технические условия.

ГОСТ 3044-84* Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 7076-87 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности.

ГОСТ 7502-89 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.

ГОСТ 9736-91 Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 21718-84 Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности.

ГОСТ 24816-81 Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности.

ГОСТ 25380-82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.

КМК 2.01.01-94 "Климатические и физико-геологические данные для проектирования".

КМК 2.01.04-97 "Строительная теплотехника".

КМК 2.04.05-97 "Отопление, вентиляция и кондиционирование ".

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

3.2 Приведеное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$ определяют для ограждающих конструкций, имеющих неоднородные участки (стыки, теплопроводные включения, притворы и т. д.) и соответствующую им неравномерность температуры поверхности.

3.3 Методы определения сопротивления теплопередаче основаны на создании в ограждающей конструкции условий близких к стационарному теплообмену 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) и (2) настоящего стандарта.

3.4 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.

4 ОТБОР ОБРАЗЦОВ

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

4.2 Длина и ширина испытываемого фрагмента ограждающей конструкции должны не менее чем в четыре раза превышать его толщину и быть не менее 1500х1000 мм.

4.3 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.

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

4.5 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.

4.6 При натурных испытаниях наружных стен выбирают стены, 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.).

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

5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5.1 Для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в лабораторных условиях применяют теплоизолированную климатическую камеру, состоящую из теплого и холодного отсеков, разделенных испытываемой конструкцией. Размер камеры должен обеспечивать возможность установки в ней испытываемых образцов. Общий объем климатической камеры должен быть не менее 7 м^3.

Для комплектации климатической камеры используют следующее оборудование:

компрессоры холодопроизводительностью не менее 3,5 кВт или компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильных машин, устанавливаемые вне камеры, и охлаждающие батареи холодильных установок, устанавливаемые
внутри холодного отсека для охлаждения в нем воздуха;

маслонаполненные электрорадиаторы, терморадиаторы, электротепло-вентиляторы по или электроконвекторы и электроувлажнители воздуха для нагрева и увлажнения воздуха в теплом отсеке камеры;

средства регулирования, включающие регуляторы температуры и автоматические приборы следящего уравновешивания для автоматического поддержания заданной температуры и влажности воздуха в отсеках камеры с требуемой точностью, согласно 7.1.

5.2 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.

5.3 Для измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию, используют средства измерения, указанные в ГОСТ 25380.

5.4 Для измерения температур в качестве первичных преобразователей применяют термоэлектрические преобразователи по ГОСТ 3044 с проводами из сплавов хромель, копель и алюмель по ГОСТ 1790 (термопары).

В качестве вторичных измерительных приборов, работающих с термопарами и преобразователями тепловых потоков, применяют потенциометры постоянного тока или милливольтметры, обеспечивающие погрешность измерения не более ± 0,002 мв.

Для оперативного измерения температурного поля поверхностей ограждающей конструкции используют термощупы, терморадиометры, тепловизоры с погрешностью измерения не более ± 0,5 °С.

Температуру воздуха контролируют с помощью стеклянных термометров расширения (нижний предел - минус 30°С или минус 35°С с ценой деления 0,1 или 0,2°С). Верхний предел плюс 30°С или плюс 50°С.

5.5 Для измерения относительной влажности воздуха в отсеках климатической камеры и в помещении используют аспирационные психрометры с термометрами, имеющими цену деления шкалы 0,1°С или 0,2 °С, а для регистрации характера изменения влажности используют гигрографы, обеспечивающие погрешность измерения ± 1%.

5.6 Для определения влажности материалов ограждающих конструкций используют средства измерения, указанные в ГОСТ 24816.

5.7 Скорость ветра в натурных условиях определяют ручным анемометром, обеспечивающим измерения с погрешностью ± 0,1 м/с.

5.8 Для выполнения операции по подготовке к выполнению испытаний используют вспомогательные средства и инструменты: сосуд Дьюара, многоточечный переключатель, шлямбур диаметром 15 мм с победитовым наконечником, кувалду массой до 4 кг, стальную рулетку с пределом измерения 10000 мм по ГОСТ 7502 и компас.

5.9 Для проверки работы оборудования климатической камеры, средств измерений и условий теплообмена в теплом и холодном отсеках камеры используют контрольный фрагмент с известным термическим сопротивлением в пределах 1--2($м^2$ °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.

6 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ

6.1 При подготовке к выполнению испытаний проводят следующие работы: составляют программу испытаний и схемы размещения первичных преобразователей температур и тепловых потоков; определяют влажность материалов и воздухопроницаемость испытываемой ограждающей конструкции.

В программе испытаний определяют вид испытания (лабораторные, натурные), объекты, район, ориентировочные сроки, объем испытаний, виды ограждающих конструкций, контролируемые сечения и др. данные, необходимые для решения поставленной задачи.

6.2 Для определения влажности материалов испытываемой ограждающей конструкции до начала испытаний берут пробы 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.

Допускается определение влажности материалов без разрушения ограждающих конструкций диэлькометрическим методом. Для бетонных ограждающих конструкций эти измерения осуществляют в соответствии с ГОСТ 21718.

При избыточной переувлажненности материалов ограждающую конструкцию просушивают до достижения нормативных требований по

влажности согласно КМК 2.01.04, если целью испытаний является проверка расчетных и конструктивных решений, а не оценка ограждения данного конкретного помещения.

6.3 Воздухопроницаемость ограждающей конструкции определяют в соответствии с РСТ Уз 745 и в случае излишней воздухопроницаемости доводят ее до нормативного значения согласно КМК 2.01.04 путем уплотнения притворов, заделки швов и исключения других отступлений от технической документации на испытываемую ограждающую конструкцию.

6.4 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 5.1, 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.

6.5 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.

6.6 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 непосредстренно 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 учаетков допускается ограничиться измерением температур внутренней поверхности ограждающей конструкции в случае невозможности измерения температур с наружной стороны.

6.7 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 приложении А.

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

6.8 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.

6.9 Для определения $R^{пр}_0$ термодатчики располагают в центре 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.

6.10 Для измерения термического сопротивления отдельных слоев многослойной ограждающей конструкции чувствительные элементы термодатчиков монтируют в сечениях по 6.8 в толще фрагмента на границах слоев.

6.11 При наличии в ограждающих конструкциях вентилируемых прослоек чувствительные элементы термодатчиков устанавливают с шагом не менее 500 мм на поверхностях и в центре прослойки, а преобразователи тепловых потоков закрепляют на внутренней и наружной поверхностях испытываемого ограждения не менее чем по два на каждой поверхности.

6.12 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.

6.13 Чувствительные элементы термодатчиков плотно прикрепляют к поверхности испытываемой конструкции.

При использовании термопар их следует устанавливать в выемках глубиной не более 2 мм и заделывать заподлицо с поверхностью клеящими составами. Допускается закреплять их на поверхности ограждающей конструкции с помощью гипса, толщина которого 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 сосуд Дьюара, обеспечивая внутри постоянную температуру 0°С с помощью льда. При этом в нем должны быть одновременно пар, вода и лед дистиллированной или водопроводной воды питьевого качества. Для контроля температуры в сосуд помещают лабораторный термометр.

Термопары подключают к вторичному измерительному прибору через промежуточный многоточечный переключатель (приложение А).

6.14 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. На внутренней поверхности ограждающей конструкции под каждым преобразователем теплового потока помещают термопары (приложение А).

6.15 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.

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

7 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

7.1 При определении сопротивления теплопередаче ограждающих коситрукций в лабораторных условиях в теплом отсеке климатической камеры создают температурно-влажностный режим, соответствующий расчетным параметрам воздуха в помещении согласно КМК 2.04.05, а в холодном отсеке-соотвествующий расчетным параметрам наружного воздуха согласно КМК 2.01.01.

Допускается в холодном отсеке поддерживать более высокую температуру, но не выше средней за отопительный период по КМК 2.01.01, результаты испытаний пересчитывать на расчетные условия согласно 8.10.

Температуру и относительную влажность воздуха в отсеках климатической камеры поддерживают автоматически с точностью ± 0,5 ^{0}С и ± 5%.

7.2 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 КМК 2.01.04.

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

7.3 При определении 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 согласно КМК 2.04.05 используют оборудование и средства регулирования, указанные в 5.1.

Испытания в натурных условиях проводят в наиболее холодные зимние дни при разности среднесуточных температур наружного воздуха и в помещении не менее 10°С. Результаты измерений заносят в журнал наблюдений по форме, приведенной в приложении Б.

По истечении 6 суток измерений, не прекращая испытаний, выполняют обработку полученных данных, чтобы установить достигнутую погрешность определения термического сопротивления (приложение В). По достижении требуемой погрешности испытания заканчивают.

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

7.5 Контрольную запись температуры и влажности воздуха в помещении, температур наружного воздуха, поверности наружного ограждения, а также тепловых потоков рекомендуется выполнять автоматизированными средствами измерения непрерывно или через короткие промежутки времени (10 или 20 мин).

7.6 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.). 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.

8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

8.1 Сопротивление теплопередаче R_0 для термически однородной зоны ограждающей конструкции вычисляют по формуле

$$R_0 = R_в + R_к + R_н = \frac{t_в - \tau_в}{q_ф} + \frac{\tau_в - \tau_н}{q_ф} + \frac{\tau_н - t_н}{q_ф}, \qquad (1)$$

где $R_в$ и $R_н$ - сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, $(м^2 \cdot °C)/Вт$;

$R_к$ - термическое сопротивление однородной зоны ограждающей конструкции, $(м^2 \cdot °C)/Вт$;

$t_в$ и $t_н$ - средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

$\tau_в$ и $\tau_н$ - 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, $Вт/м^2$, определяемая по формуле (9).

8.2 Приведенное сопротивление теплопередаче $R^{пр}_0$ ограждающей конструкции, имеющей неравномерность температур поверхностей вычисляют по формуле

$$R^{пр}_0 = \frac{F}{\Sigma \frac{F_i}{R_{0i}}}, \qquad (2)$$

где F - площадь испытываемой ограждающей конструкции, $м^2$;

F_i - площадь характерной изотермической зоны, определяемой планиметрированием, $м^2$;

R_{0i} - сопротивление теплопередаче характерной зоны $(м^2 \cdot °C)/Вт$, определяемое по формуле (3) или (4).

8.3 Сопротивление теплопередаче характерной зоны определяют по форму-ле

$$R_{0i} = R_{вi} + R_{кi} + R_{нi} = \frac{t_{вi} - \tau_{вi}}{q_{фi}} + \frac{\tau_{вi} - \tau_{нi}}{q_{фi}} + \frac{\tau_{нi} - t_{нi}}{q_{фi}}, \qquad (3)$$

где $R_{вi}$ и $R_{нi}$ - сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и наружной поверхностей характерной зоны, $(м^2 \cdot °C)/Вт$;

R_{ki} - термическое сопротивление характерной зоны ($м^2$.°С)/Вт;

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

$\tau_{вi}$ и τ_{ni} - средние за расчетный период температуры соответственно внутренней и наружной поверхностей характерной зоны, °С;

$q_{фi}$ - средняя за расчетный период фактическая плотность теплового потока, проходящего через характерную зону, Вт/ $м^2$, определяемая по формуле (9).

Допускается сопротивление теплопередаче характерных зон R_{0i}, вычислать до формуле

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

где

$$R_{вi} = \frac{1}{\alpha_{вi}} = \frac{1}{\alpha_{ki} + \alpha_{лi}};$$

α_{ki} и $\alpha_{лi}$ - коэффициенты соответственно конвективного и лучистого теплообмена внутренней поверхности характерной зоны, Вт/($м^2$.°С), определяемые по рисункам Е.1 и Е.2 приложения Е.

8.4 Термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции определяют по формуле:

$$R_{сл} = \frac{\Delta т}{q_ф}, \qquad (5)$$

где $\Delta т$ - разность температур на границах слоя, °С;

$q_ф$ - то же, что в формулах (1) и (3).

Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки принимают по приложению Г.

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

$$\lambda = \frac{\delta}{R_{сл}}, \qquad (6)$$

где δ - толщина слоя, м.

8.5 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 плотностей тепловых потоков средние из всех измерений, выполненных при стационарном режиме.

8.6 В натурных испытаниях за расчетный период измерения принимают одни сутки. При обработке результатов предварительно для каждых суток вычисляют приращение температуры:

$$\Delta\tau_{сут.i} = \tau_{нi} - \tau_{н(i-1)}, \qquad (7)$$

где $\tau_{нi}$ - среднесуточное значение температуры наружной поверхности ограждающей конструкции в данные сутки с точностью до 2-х знаков после запятой, °С;

$\tau_{н(i-1)}$ - то же, но в предыдущие сутки, °С.

Для обработки выбирают сутки с величиной $\Delta\tau_{сут.i}$ не более ± 1,5 °С и среднесуточной скоростью ветра не более расчетной по параметрам "Б" для холодного периода года, устанавливаемой по КМК 2.01.01.

Для всей совокупности принятых к обработке суток должно также соблюдаться условие:

$$\left| \sum_{i=1}^{n} \Delta\tau_{сут.i} \right| \leq 0{,}4\ ^{0}С, \qquad (8)$$

где n - количество суток.

Для каждых суток вычисляют одно значение R_0 или $\bar{R}_0^{пр}$, основываясь на среднесуточных значениях температур и тепловых потоков.

Итоговое значение термического сопротивления для совокупности суток R_0 определяют как среднеарифметическое суточных значений. Результат измерения сопровождают указанием абсолютной погрешности с доверительной вероятностью 67%.

Абсолютную погрешность результата испытания для совокупности суток ΔR_0 вычисляют по приложению В, где приведен пример обработки результатов натурных испытаний.

8.7 Среднюю за период измерений фактическую плотность теплового потока вычисляют по формуле:

$$q_ф = q \cdot \frac{\tau_в - \tau_н}{\tau_в - \tau_{вп}}, \qquad (9)$$

где q - средняя за расчетный период измеренная плотность теплового потока, Вт/м^2;

$\tau_н$ - температура наружной поверхности ограждения, °С;

$\tau_в$ и $\tau_{вп}$ - температура внутренней поверхности ограждения вблизи преобразователя и под преобразователем теплового потока, °С.

8.8 За каждые сутки натурных испытаний относительное отклонение ε_i величины R_{oi} от среднего за все обрабатываемые сутки значения $\bar{R}_o$ не должно превышать ± 40 %.

Относительная погрешность итогового определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции по результатам натурных испытаний не должна превышать 8 % с доверительной вероятностью 67%.

8.9 Если полученные в результате испытаний значения сопротивления теплопередаче R_0 и $R_0^{пр}$ оказались больше или равны значениям, указанным в стандартах, технических условиях на ограждающие конструкции или проектным значениям, то это свидетельствует о соответствии ограждающих конструкций нормативным требованиям.

Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции

$$r = \frac{R_0^{пр}}{R_0}, \qquad (10)$$

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

8.10 Для установления соответствия опытных значений температур внутренней поверхности нормируемым значениям, полученные в результате испытаний температуры внутренней поверхности ограждения (средневзвешенную температуру внутренней поверхности ограждения и наименьшую температуру в зоне теплопроводных включений) пересчитывают по приложению Е на расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха $t_н$ и $t_{вн}$, принимаемые для конкретного вида здания и климатического района в соответствии с КМК 2.01.01, КМК 2.04.05, КМК 2.01.04 и проектом.

При этом следует проверить, чтобы температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, пересчитанная на расчетные параметры наружного воздуха в холодный период, не оказалась ниже температуры точки росы внутреннего воздуха, а температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и средневзвешенной температурой внутренней поверхности ограждения не оказался больше нормативного по КМК 2.01.04.

Средневзвешенную температуру внутренней поверхности ограждения с точностью до 0,1 °С вычисляют по формуле:

$$\tau_{в\,св} = \frac{\Sigma F_i \cdot \tau_{вi}}{F}, \qquad (11)$$

где $\tau_{вi}$ - средние за расчетный период измерений температуры внутренней поверхности характерных зон, °С;

F_i и F - то же, что в формуле (2).

9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1 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, Правилами технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и общими требованиями электробезопасности в строительстве по ГОСТ 12.1.013.

9.2 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 А
(Обязательное)

СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕРМОПАР НА ИСПЫТЫВАЕМОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ И ПОДКЛЮЧЕНИИ ИХ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЯ

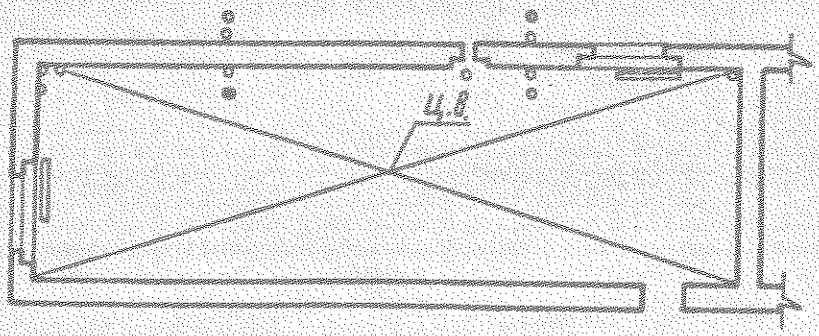


Рисунок А.1 План помещения

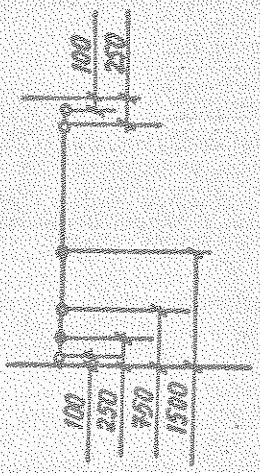
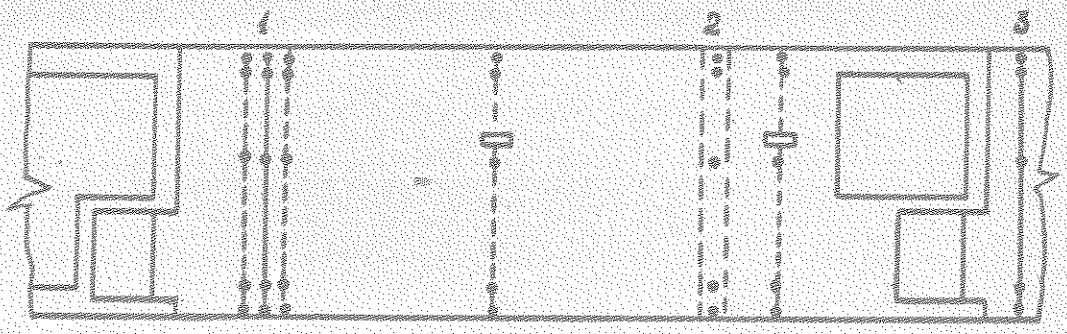
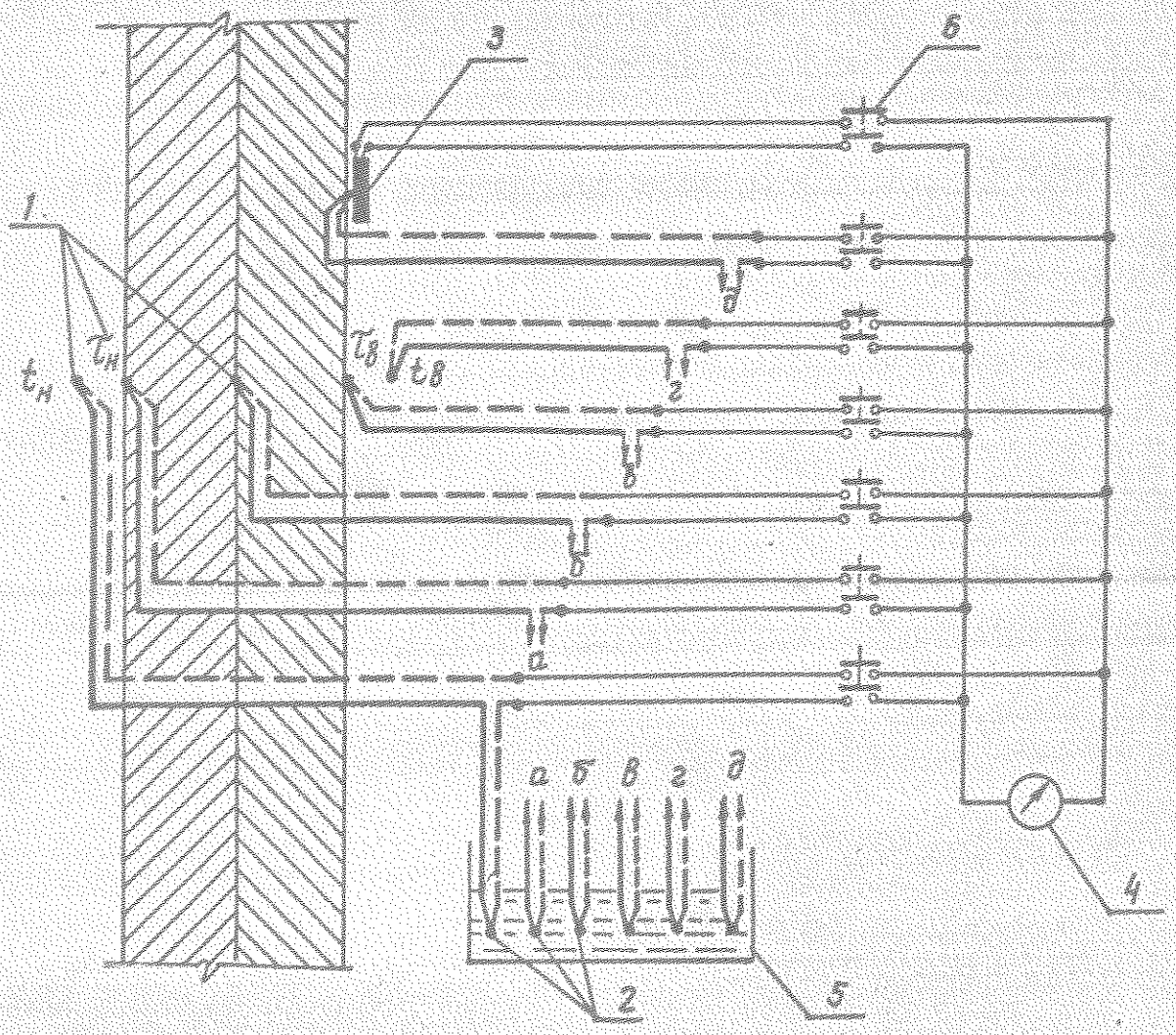


Рисунок А.2 Центральная вертикаль



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

Рисунок А.3 Развертка стены



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

Рисунок А.4 Сечение стены и подключение датчиков

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Рекомендуемое)

ЖУРНАЛ ЗАПИСИ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Характеристика ограждающей конструкции	Номера термически однородных зон конструкции	Номера установленных термодатчиков	Текущие значения температур поверхности		Средняя температура термически однородных зон		Номера датчиков тепловых потоков	Текущие значения плотности тепловых потоков q_i		Средняя плотность теплового потока q_i, Вт/м^2	Номера датчиков измерения относит. влажности воздуха	Текущие значения относит. влажности воздуха φ_i, %	Средняя относит. влажность воздуха φ, %	Примечание
			$\tau_{вi}$, °С	$\tau_{нi}$, °С	$\tau_{вi}$, °С	$\tau_{нi}$, °С		мВ	Вт/м^2					

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Обязателное)

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

По истечении 6 суток натурных испытаний наружной стены жилого дома определены значения $\Delta\tau_{сут.i} = \tau_{вi} - \tau_{в(i-1)}$ для 5 суток, которые соответственно составили: +1,22; +0,20; -0,50; +0,88; -0,77 °С.

Каждое из значений находится в пределах ± 1,5 °С, поэтому все 5 суток могут быть допущены к обработке.

Однако сумма $\sum_{1}^{5}\Delta\tau_{сут.i} = +1,22 +0,2 +0,9 +0,88 -0,77 = +0,63$ °С

превышает допустимый для суммы $\Delta\tau_{сут.i}$ предел 0,4 °С (по 8.6.). Поэтому опыты продолжают.

После 7 суток величина $\sum_{1}^{7}\Delta\tau_{сут.i}$ оказалась соответствующей требованиям.

Определяют для каждых из 7 суток экспериментальные значения сопротивления теплопередаче R_i и составляют следующую таблицу:

Таблица В.1 Результаты первой обработки натурных испытаний

Номера суток, принятых к обработке	$\Delta\tau_{сут.i}$	R_{0i}	$R_{0i} - \bar{R}_0$	$(R_{0i} - \bar{R}_0)^2$	$\varepsilon_i = \frac{R_{0i} - \bar{R}_0}{\bar{R}_0} \cdot 100$ %
1	+1,22	1,69	0,376	0,1414	28,6
2	+0,20	1,17	-0,144	0,0207	-11,0
3	-0,90	0,90	-0,414	0,1714	-31,5
4	+0,88	1,53	0,216	0,0467	16,4
5	-0,77	1,00	-0,314	0,0986	-23,9
6	-1,41	1,14	-0,174	0,0303	-13,2
7	+1,04	1,77	0,456	0,2079	34,7
Сумма Σ	+0,26	9,20		0,7170	
Среднее	$\bar{R}_0 = 1,314$			$S^2 = \frac{\Sigma}{n-1} = 0,1195$	

Примечание. - Здесь n число опытов; S^2 - дисперсия выборки.

Относительное отклонение ε_i значения R_{0i} от среднего значения $\bar{R}_0$ в каждом опыте не превышает ± 40 % (по 8.8.).

По результатам обработки наблюдений за 7 суток находят абсолютную погрешность серии измерений с доверительной вероятностью 67%:

$$\Delta\bar{R}_0 = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0{,}1195}{7}} = \pm 0{,}131\ (м^2 \cdot °C)/Вт, \qquad (В.1)$$

что соответствует относительной погрешности:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\bar{R}_0 \cdot 100\ \%}{\bar{R}_0} = \frac{\pm 0{,}131 \cdot 100\ \%}{1{,}314} = \pm 9{,}9\ \%, \qquad (В.2)$$

Данная величина превышает допустимое значение 8 % (по 8.8.). Поэтому опыты продолжают еще двое суток и вновь обрабатывают (таблица В.2).

Таблица В.2 Результаты второй обработки натурных испытаний

Номера суток, принятых к обработке	$\Delta\tau_{сут.i}$	R_{0i}	$R_{0i} - \bar{R}_0$	$(R_{0i} - \bar{R}_0)^2$	$\varepsilon i = \frac{R_{0i} - \bar{R}_0}{R_0} \cdot 100\ \%$
1	+1,22	1,69	0,388	0,1505	29,8
2	+0,20	1,17	-0,132	0,0174	-10,1
3	-0,90	0,90	-0,402	0,1616	-30,9
4	+0,88	1,53	0,228	0,0520	17,5
5	-0,77	1,00	-0,302	0,0912	-23,2
6	-1,41	1,14	-0,162	0,0262	-12,4
7	+1,04	1,77	0,468	0,2190	35,9
8	+0,20	1,40	-0,098	0,0096	7,5
9	-0,56	1,12	-0,182	0,0331	-14,0
Сумма Σ	-0,10	11,72		0,7606	
Среднее	$\bar{R}_0 = 1{,}302$			$S^2 = \frac{\Sigma}{n-1} = 0{,}0950$	

Итоговое значение термического сопротивления по результатам 9 опытов составило $\bar{R}_0 = 1{,}302$ (м^2 . °С)/Вт при абсолютной погрешности с доверительной вероятностью 67% :

$$\Delta\bar{R}_0 = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0{,}095}{9}} = \pm\ 0{,}103\ (м^2\ .\ °С)/Вт$$

и относительной погрешности:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\bar{R}_0\ .\ 100\ \%}{\bar{R}_0} = \frac{\pm 0{,}103\ .\ 100\ \%}{1{,}302} = \pm\ 7{,}9\ \%$$

Достигнутая точность определения $\bar{R}_0$ соответствует требованиям 8.8. и испытания заканчивают.

Результаты испытаний. Термическое сопротивление наружной стены: 1,302 (м^2.°С)/Вт. Погрешность измерений с доверительной вероятностью 67% : 0,103 (м^2.°С)/Вт.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Обязательное)

ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЗАМКНУТОЙ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКИ

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.п.}$ ($м^2 \cdot °C$)/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха и 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 А
(Обязательное)

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ r, УЧИТЫВАЮЩИЙ ВЛИЯНИЕ СТЫКОВ, ОБРАМЛЯЮЩИХ 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 утеплителем и гибкими связями	0,75-0,85
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитбетона	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
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из пенопласта без обрамлений в зоне стыка	0,85-0,95
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из пенопласта с обрамлением в зоне стыка	0,65-0,80
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из минеральной ваты с различным каркасом	0,55-0,85
Из трехслойных асбестоцементных панелей с минераловатным утеплителем с различным каркасом	0,50-0,75

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

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(Обязательное)

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:

$$\tau^{p}_{в} = t_{в} - (t_{в} - \tau'_{в})\frac{\alpha_{в}}{\alpha'_{в}}, \qquad (Е.1)$$

где $t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха °С, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$\tau'_{в}$ - температура внутренней поверхности ограждения при $t_{в} - t_{н}$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $\alpha_{в}$, определяемая по формуле:

$$\tau'_{в} = t_{в} - (t^{э}_{в} - \tau^{э}_{в})\frac{t_{в} - t_{н}}{t^{э}_{в} - t^{э}_{н}}, \qquad (Е.2)$$

$\alpha_{в} = \alpha_{к} + \alpha_{л}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, Вт/(м² . °С);

$\alpha'_{в} = \alpha'_{к} + \alpha'_{л}$ - то же при $t_{в}$ и $\tau'_{в}$, Вт/(м² . °С);

$\alpha_{к}$, $\alpha'_{к}$ - коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен соответственно при $\Delta t = t^{э}_{в} - \tau^{э}_{в}$ и $t_{в} - \tau'_{в}$, Вт/(м² . °С), определяемые по графику на рисунке Е.1 настоящего приложения. Для потолков полученное значение $\alpha_{к}$ умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7;

$\alpha_{л}$, $\alpha'_{л}$ - коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при

$$t_{ср} = \frac{t^{э}_{в} + \tau^{э}_{в}}{2} \text{ и } t_{ср} = \frac{t_{в} + \tau'_{в}}{2} \text{ Вт/(м² . °С)},$$

определяемые по графику на рисунке Е.2 настоящего приложения;

$t^{э}_{в}$ - средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха, °С;

$\tau^{э}_{в}$ - средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке, °С;

$t_{н}$ - расчетная температура наружного воздуха, °С;

$t^{э}_{н}$ - средняя за период наблюдений температура наружного воздуха, °С.

2. Пример. В результате эксперимента при среднесуточной температуре внутреннего воздуха в помещении $t^э_в = 22,5$ °С и среднесуточной температуре наружного воздуха $t^э_н = -1$ °С получены средние температуры внутренней поверхности вертикального ограждения в изотермической зоне $\tau^э_{в1} = 19$ °С на площади $F_1 = 6,2$ м^2 и в неизотермической зоне с теплопроводными включениями $\tau^э_{в1} = 17,1$ °С на площади $F_2 = 2,2$ м^2. Требуется определить средневзвешенную температуру внутренней поверхности ограждения при расчетных условиях $t_в = 20$ °С, относительной влажности $\varphi = 55\%$, температуре точки росы в помещении $t_{вр} = 10,7$ °С и $t_н = -14$ °С, а также оценить соответствие наружного ограждения нормативным требованиям КМК 2.01.04.

Вычисляют средневзвешенную температуру внутренней поверхности ограждения по формуле (11) для условий эксперимента:

$$\tau^э_{в\,св} = \frac{6,2 \cdot 19 + 2,2 \cdot 17,1}{6,2 + 2,2} = 18,5\ °С$$

Определяют какой будет эта температура в расчетных условиях предварительно по выражению (Е.2):

$$\tau'_{в\,св} = 20 - (22,5 - 18,5) \cdot \frac{20 + 14}{22,5 + 1} = 14,2\ °С$$

По графику на рисунке Е.1 определяют:

при $\Delta t = t^э_в - \tau^э_{в\,св} = 22,5 - 18,5 = 4$ °С ..... $\alpha_к = 2,6$ Вт/(м^2 . °С),

при $\Delta t = t_в - \tau'_{в\,св} = 20 - 14,2 = 5,8$ °С ..... $\alpha'_к = 3$ Вт/(м^2 . °С).

По графику на рисунке Е.2 определяют:

при $t_{ср} = \frac{t^э_в + \tau^э_{в\,св}}{2} = \frac{22,5 + 18,5}{2} = 20,5$ °С ..... $\alpha_л = 4,8$ Вт/(м^2 . °С),

при $t_{ср} = \frac{t_в + \tau'_{в\,св}}{2} = \frac{20 + 14,2}{2} = 17,1$ °С ..... $\alpha'_л = 4,7$ Вт/(м^2 . °С).

Находят:

$\alpha_в = \alpha_к + \alpha_л = 2.6 + 4,8 = 7,4$ Вт/(м^2 . °С),

$\alpha'_в = \alpha'_к + \alpha'_л = 3 + 4,7 = 7,7$ Вт/(м^2 . °С).

Средневзвешенную температуру внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях определяют по формуле (Е.1):

$$\tau^{P}_{в\,св} = 20 - (20 - 14{,}2) \cdot \frac{7{,}4}{7{,}7} = 14{,}4°C.$$

Согласно КМК 2.01.04 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать $\Delta t^{н} = 6°C$.

В данном случае $\Delta t = 20 - 14{,}4 = 5{,}6°C$, следовательно ограждение соответствует нормативному требованию.

Таким же образом определяют наименьшую температуру внутренней поверхности в зоне теплопроводных включений для расчетных условий:

$$\tau'_{в2} = 20 - (22{,}5 - 17{,}1) \cdot \frac{20 + 14}{22{,}5 + 1} = 12{,}2°C.$$

По графику на рисунке Е.1 находят:

при $\Delta t = 22{,}5 - 17{,}1 = 5{,}4°C$ ..... $\alpha_к = 2{,}75$ Вт/(м^2 . °С),

при $\Delta t = 20 - 12{,}2 = 7{,}8°C$ ..... $\alpha'_к = 3{,}25$ Вт/(м^2 . °С).

По графику на рисунке Е.2 находят:

при $t_{ср} = \frac{22{,}5 + 17{,}1}{2} = 19{,}8°C$ ..... $\alpha_л = 4{,}75$ Вт/(м^2 . °С),

при $t_{ср} = \frac{20 + 12{,}2}{2} = 16{,}1°C$..... $\alpha'_л = 4{,}6$ Вт/(м^2 . °С).

$$\alpha_в = \alpha_к + \alpha_л = 2{,}75 + 4{,}75 = 7{,}5 \text{ Вт/(м}^2 \text{ . °С)},$$

$$\alpha'_в = \alpha'_к + \alpha'_л = 3{,}25 + 4{,}6 = 7{,}85 \text{ Вт/(м}^2 \text{ . °С)}.$$

По формуле (Е.1) находят:

$$\tau^{P}_{в2} = 20 - (20 - 12{,}2) \cdot \frac{7{,}5}{7{,}85} = 12{,}5°C$$

Так как $\tau^{P}_{в2} = 12{,}5°C > t_{вр} = 10{,}7°C$, то выпадения конденсата на поверхности ограждения в расчетных условиях не произойдет.

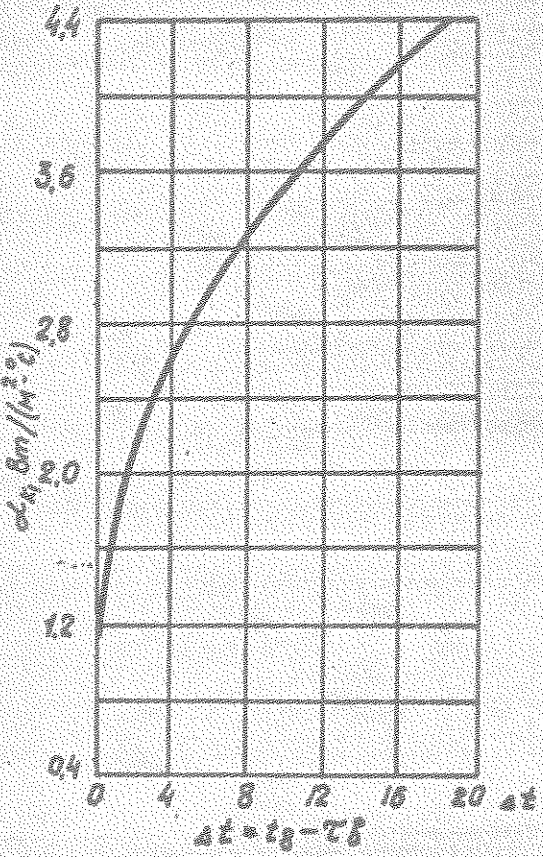


График для определения $\alpha_к$
Рисунок Е.1

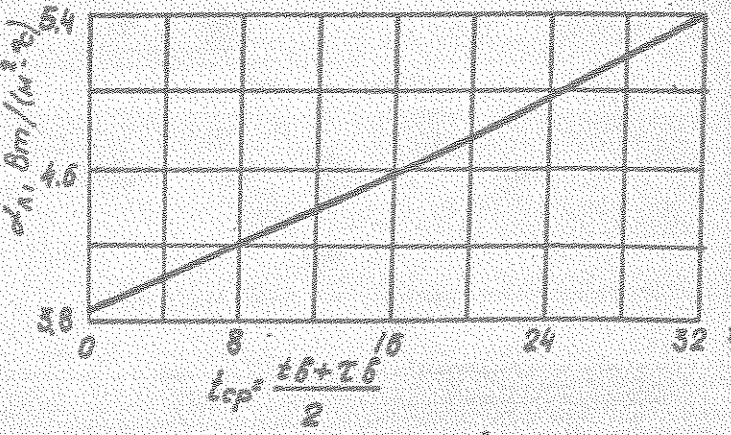


График для определения $\alpha_л$
Рисунок Е.2

УДК 624.01.001.4:006.354 Ж39

Ключевые слова: ограждающие конструкции, сопротивление теплопередаче, плотность теплового потока, измерительные приборы, климатическая камера, методика натурных и лабораторных испытаний, расчетные параметры, относительная и абсолютная погрешность измерений.

Отзывы и предложения просим направлять в Госкомархитектстрой Республики Узбекистан (700011, г. Ташкент, ул. Абая, 6).

Подготовлено к изданию АО УзЛИТТИ и ИВЦ "АКАТМ".

Зам. генерального директора
по научной работе УкрНИТИ, к.т.н. А.М.Камилов

Руководитель темы, зав. лаборато-
рией, к.т.н. В.П.Ильин