

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для лабораторной работы № 5

по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций»

Ростов - на – Дону ДГТУ
2022

УДК 338.45:693.5

Составители: к. т. н., доц. Е.Ю. Романенко

Методические указания для лабораторной работы № 5 по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 24 с.

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 5 по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций».

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», профиль подготовки «Таможенная и судебная экспертиза строительных материалов и изделий» заочной формы обучения.

УДК 338.45:693.5

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

В печать _____. 2022 г.

Формат 60×84/16. Объем ____ усл.п.л.

Тираж ____ экз. Заказ № ____.

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
Технический университет, 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВИЗИОННОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

С теплопроводностью ограждений здания в значительной степени связано представление людей о комфортности жилья. Здесь существует обратная связь - чем меньше теплопроводность, тем защищённее чувствует себя человек.

Теплопроводностью называют передачу теплоты между соприкасающимися частицами материала. Этот вид передачи характерен для ограждений из твердых материалов, кирпича, бетона и др.

В строительстве понятие теплопроводности подменяют теплопередачей - процессом переноса теплоты через толщу ограждения. Этот процесс включает два вида теплообмена:

- 1) между стеной и холодным наружным воздухом;
- 2) между внутренней поверхностью ограждения и нагретой средой помещения.

Теплопередача зависит от сопротивления ограждения передаче теплоты. СНиП установлено, что термические свойства ограждающей конструкции достаточны, если ее сопротивление теплопередаче или термическое сопротивление R_o отвечает условию $R_o \geq R_o^{тр}$, где $R_o^{тр}$ - нормативное сопротивление.

Параметры теплового режима ограждающих конструкций определяются суммарной величиной теплового потока Q .

При этом рассматриваются два режима теплопередачи:

- 1) при стационарном режиме тепловой поток и температура внутренней

поверхности ограждения зависит от термического сопротивления материала ограждения R (его теплопроводности);

2) при нестационарном режиме считается влияние на величину Q еще теплоемкости и температуропроводности материала ограждающей конструкции.

Таким образом, надежность теплозащиты конструкции можно оценивать по отказу, теплопроводности и теплоустойчивости. Двумерное температурное поле по плоскости S ограждения, обусловленное различной теплопроводностью его элементов (стена, окна, стыки панелей, теплопроводные включения и т.д.) и неравномерной установкой отопительных приборов, описывается рядом дискретных значений, а теплозащитные свойства ограждающей конструкции можно оценить по средневзвешенному значению теплового потока.

Теплопроводностью называется способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на поверхностях, ограничивающих материал.

Степень теплопроводности очень важно знать для материалов, используемых при устройстве так называемых ограждающих конструкций зданий (т.е. наружных стен, верхних перекрытий, полов в нижнем этаже) и в особенности для теплоизоляционных материалов, назначение которых - способствовать сохранению тепла в помещениях и тепловых установках.

Коэффициент теплопроводности равен количеству тепла, в килокалориях, проходящего через стену толщиной 1 м, площадью 1 кв.м. за 1 час при разности температур на двух противоположных поверхностях стен в 1 град.

Теплопроводность материала зависит от степени его пористости, характера пор, вида материала, влажности, объёмного веса и средней температуры, при которой происходит передача тепла.

У пористых материалов тепловой поток проходит через их массу и через поры, наполненные воздухом. Теплопроводность воздуха очень низка (0,02 ккал/м.час.град), вследствие чего он оказывает большое термическое

сопротивление прохождению теплового потока. Коэффициент теплопроводности сухих пористых материалов является промежуточной величиной между коэффициентами теплопроводности их вещества и воздуха. Чем больше пористость (т.е. чем меньше объёмный вес материала), тем меньше коэффициент теплопроводности.

Величина пор материала также оказывает влияние на коэффициент его теплопроводности. Мелкопористые материалы менее теплопроводны, чем крупнопористые. Материалы с замкнутыми порами имеют меньшую теплопроводность, чем материалы с сообщающимися порами. Это объясняется тем, что при крупных и сообщающихся порах в них возникает движение воздуха, сопровождающееся переносом тепла (конвекция) и повышением суммарного коэффициента теплопроводности.

При замерзании воды в порах материала еще больше увеличивается теплопроводность, так как лед примерно в 4 раза теплопроводнее воды и в сто раз теплопроводнее воздуха. Чем меньше пор, т.е. чем плотнее материал, тем он теплопроводнее. При повышении температуры теплопроводность большинства материалов возрастает и лишь у немногих (особенно у металлов) уменьшается.

В табл. 1 приведены коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов и для сравнения - коэффициенты теплопроводности некоторых других строительных материалов.

Таблица 1 - Коэффициенты теплопроводности строительных материалов

Материалы	Объёмный вес, кг/куб.м.	Коэффициент теплопроводности, ккал/м.час.град
Минеральная вата	200 - 400	0,05 - 0,08
Торфяные плиты	300	0,08
Древесноволокнистые плиты	300	0,07
Пробковые плиты	150	0,04
Поропласты	20	0,03
Асбозурит	400 - 800	0,08 - 0,20
Газостекло	250 - 300	0,05 - 0,07
Совелит	350 - 500	0,08 - 0,10
Гранит	2600	2,5
Кирпич	1800	0,7
Бетон	2000 - 2400	1,10 - 1,30

Теплопроводность строительных материалов - это способность материала передавать тепло через толщу строительного материала или строительной многослойной конструкции. Теплопроводность строительного материала также зависит от многих показателей и прежде всего от структуры и наличия воздушных пор и наличием влаги в материале. Теплопроводность строительного материала также измеряется количеством тепла, передающимся через материал толщиной в 1 м, площадью 1 кв.м. за 1 час при разнице температур в 1 °С.

1 Определение теплопроводности ячеистого бетона в контрольных образцах

Для определения теплопроводности строительных материалов целесообразно использовать микропроцессорный прибор ИТП-МГ4 (рисунок 1).

Микропроцессорный прибор ИТП-МГ4 предназначен для оперативного контроля теплопроводности строительных материалов в образцах методом измерения плотности стационарного теплового потока по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда в образцах, изделиях или на объектах.

Прибор обеспечивает контроль теплопроводности изделий из бетонов различного состава, ячеистых бетонов, растворов, силикатного и керамического кирпича, а также различных теплоизоляционных материалов в диапазоне 0,03...0,8 Вт/мС. Индикация результата измерений - цифровая, в единицах коэффициента теплопроводности - Вт/м° С.

В отличие от аналогов прибор ИТП-МГ4 позволяет производить измерение двумя способами: в лабораторных условиях в стационарной установке на образцах толщиной от 15 до 30 мм или на объекте с помощью теплового зонда. Процесс измерения после установки датчика автоматизирован и не требует присутствия оператора.

Конструктивно прибор выполнен в виде четырех блоков: блока электронного, установки для нагрева, теплового зонда и блока управления.



Рисунок 1 - Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4

Характеристики	
Методом теплового зонда	не более $\pm 10\%$
Масса прибора, кг	не более 3,0
Питание от сети переменного тока	220В
Габаритные размеры, см	
- установки для нагрева	150x150x140 мм
- электронного блока	175x90x30 мм
- блока управления	110x110x85 мм
Диапазон определения коэффициента теплопроводности	0,03...0,8 Вт/м $^{\circ}$ С
Время измерения:	
в стационарной установке	не более 3 часов
тепловым зондом	не более 10 минут
Погрешность измерения в стационарной установке	не более $\pm 7\%$

Порядок работы методом измерения плотности стационарного теплового потока.

Подключить нагревательную установку к блоку управления и нажать кнопку «СТАЦИОНАРНЫЙ».

Подключить блок управления к сети переменного тока, соединить его с электронным блоком и включить питание прибора.

Ввести толщину образца путем последовательного нажатия кнопок клавиатуры электронного блока.

Например: Толщина образца 25,3 мм. Ввод в память осуществляется последовательным нажатием кнопок «2» «5» «.» «3» «ЗП» «h». При ошибке ввода необходимо нажать кнопку «с» (сброс) и повторить ввод.

Контроль числа записанного в память осуществляется нажатием кнопок «Чт» «h».

При повторном вводе числа в память ранее записанное число автоматически стирается.

Кратковременно нажать кнопку «ПУСК», при этом включается нагреватель установки, включение нагревателя индицируется высвечиванием символа «~» в левой части индикатора.

Если после нажатия кнопки «ПУСК» символ « ~ » не высвечивается, необходимо на 5-10 секунд отключить питание прибора и после повторного включения ввести в память значение «h», выполнив операции по п. 2 и нажать кнопку «ПУСК».

В дальнейшем прибор работает в автоматическом режиме, периодически высвечивая промежуточные значения температуры верхней плиты.

По достижении установкой стационарного состояния (через 120...200 минут) автоматически отключается нагреватель установки, после чего прибор вычисляет коэффициент теплопроводности X испытуемого образца и высвечивает на индикаторе его значение в Вт/(м °С). Одновременно на 10 секунд включается прерывистый звуковой сигнал, свидетельствующий об окончании испытаний.

Через 10 секунд полученное значение коэффициента теплопроводности автоматически записывается в память прибора и в дальнейшем (до отключения

прибора) может извлекаться из памяти последовательным нажатием кнопок «ЧТ» «λ».

По окончании испытаний питание прибора отключить, нагревательную установку открыть и извлечь испытанный образец.

Испытание последующего образца может производиться через 10-15 минут.

Повторное испытание уже испытанного образца может производиться не ранее чем через 30 минут.

Порядок работы в режиме теплового зонда.

Перед проведением измерений необходимо подготовить прибор к работе:

- подключить зонд к блоку управления (рисунок) и нажать кнопку «ЗОНДОВЫЙ»;

- подключить блок управления к электронному блоку (вставить штекер в гнездо разъема электронного блока);

- смазать зонд тонким слоем технического вазелина (литола) или глицерина и вставить его в отверстие образца или изделия;

- подключить блок управления к сети переменного тока (вставить вилку шнура питания в розетку сети 220В, 50Гц);

- переключателем «СЕТЬ» на блоке управления включить питание прибора, при этом на индикаторе появляется «0» с мигающим символом «°С», что свидетельствует о готовности прибора к работе и необходимости ввода в память прибора исходных данных:

γ - объемная плотность материала, кг/м³;

С - удельная теплоемкость материала, кДж/(кг °С);

α - коэффициент теплообмена в зоне контакта, см²/ч (для глицерина $\alpha = 3,630$ см²/ч, для вазелина, литола $\alpha = 3,050$ см²/ч).

Ввести в память прибора значения γ , С и α , для чего последовательно нажать необходимые кнопки клавиатуры блока электронного.

Например: $\gamma = 1026 \text{ кг/м}^3$; $C = 0,840 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)}$; $\alpha = 3,630 \text{ см}^2/\text{ч}$.

Значение γ вводится последовательным нажатием кнопок «1» «0» «2» «6» «ЗП» « γ ».

Значение C вводится последовательным нажатием кнопок «0» «,» «8» «4» «0» «ЗП» «С».

Значение (α вводится последовательным нажатием кнопок «3» «,» «6» «3» «0» «ЗП» « α » (для глицерина).

Если какое либо из значений γ , C , α в память не введено, на индикаторе высвечиваются значения «00» либо «000», свидетельствующие о необходимости проверки правильности ввода,

Проверка правильности ввода информации в память прибора производится последовательным нажатием кнопок «Чт» « γ »; «Чт» «С»; «Чт» « α ».

При, повторном вводе числа в память ранее записанное число автоматически стирается.

Нажать кнопку «ПУСК». При этом на индикаторе с интервалом 10 секунд высвечивается температура зонда до тех пор, пока не будет получено подряд два одинаковых значения температуры, после этого автоматически включается нагреватель зонда. Включение нагревателя индицируется свечением символа « \sim » в левой части индикатора.

В дальнейшем, автоматически управляя нагревом зонда, прибор выполняет замеры промежуточных значений его температуры, кратковременно высвечивая их на индикаторе.

По окончании цикла измерения (через 8-10 минут) автоматически отключается нагреватель зонда, после чего прибор вычисляет коэффициент теплопроводности λ испытуемого материала (образца) и высвечивает на индикаторе его значение в $\text{Вт/(м } ^\circ\text{C)}$, одновременно на 10 секунд включается звуковой сигнал, свидетельствующий об окончании испытаний.

Через 10 секунд полученное значение коэффициента теплопроводности автоматически записывается в память прибора и в дальнейшем (до отключения прибора) может извлекаться из памяти последовательным нажатием кнопок «Чт» «р».

По окончании испытаний питание прибора отключить, зонд извлечь из образца и насухо протереть ветошью.

Испытание последующего образца можно проводить через 10-12 минут.

Повторное испытание уже испытанного образца можно проводить не ранее чем через 30 минут.

Подготовка образцов к испытанию на теплопроводность методом стационарного теплового потока.

Сущность метода заключается в создании теплового потока, направленного перпендикулярно к наибольшим граням плоского образца определенной толщины, измерении плотности стационарного теплового потока и температур на противоположных гранях образца.

Температура помещения, в котором проводятся испытания, должна быть $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Теплопроводность определяют на образцах, высушенных до постоянной массы при температуре $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$, если в нормативно-технической документации (НТД) на материал или изделие конкретного вида не указана другая температура.

Образцы считают высушенными до постоянной массы, если потеря их массы после повторного высушивания в течение 0,5 часов не превышает 0,1%.

Перед испытаниями образцы необходимо выдержать не менее 1 часа при температуре помещения, в котором будут проводиться испытания. Теплопроводность неорганических волокнистых материалов и изделий определяют с учетом деформации образцов при удельной нагрузке, предусмотренной НТД на материал (изделие конкретного вида).

Образцы для определения теплопроводности изготавливают в виде пластины размером в плане 100х100мм или образца-диска диаметром от 90 до 100мм, толщиной от 15 до 30мм.

Отклонения размеров образцов в плане не должны превышать ± 1 мм. Образцы материалов и изделий с теплопроводностью менее 0,1 Вт/м^{°С}, должны иметь толщину не более 20мм.

Разнотолщинность и отклонение от плоскостности наибольших граней образца не должны превышать 0,5мм.

Образцы, имеющие разнотолщинность и неплоскостность более 0,5мм, шлифуют, а затем высушивают и взвешивают.

Толщину образца измеряют штангенциркулем с погрешностью не более 0,1мм в четырех углах на расстоянии 50мм от вершины угла и посередине каждой стороны.

За толщину образца принимают среднее арифметическое значение результатов всех измерений.

Разнотолщинность и неплоскостность образцов определяют по ГОСТ 17177.

Подготовка образцов (изделия) к испытанию на теплопроводность методом теплового зонда

Для проведения испытаний в изделии (образце) сверлится отверстие, соответствующее длине и диаметру зонда. Диаметр отверстия не должен превышать 8,5 мм, глубина отверстия 80 ± 5 мм.

Для надежного термического контакта с материалом образца зонд необходимо смазывать тонким слоем технического вазелина (литола) или глицерином.

Расстояние между отверстиями должно быть не менее 150 мм, а от отверстия до ближайшей параллельной оси грани изделия - не менее 75мм.

Определение коэффициента теплопроводности строительных материалов в лабораторных условиях производится на образцах-кубах размером 150х150х150 мм или 200х200х200 мм с соответствующим отверстием в центре.

Перед испытанием образцы выдерживают в помещении при температуре $22 \pm 5^{\circ}\text{C}$ не менее 1 часа. При испытании их помещают в пассивный термостат (ящик из пенополистирола).

Для проведения испытаний материала при отрицательной температуре пассивный термостат с образцом материала и вставленным зондом устанавливают в морозильной камере и термостатируют при заданной температуре в течение 2-3 часов.

Выполнение испытаний

Испытания теплопроводности пенобетона в сухом состоянии выполняется на 5 образцах-пластинах номинальными размерами в плане 100х100 мм и толщиной 24,0...27,0 мм. Испытания проводятся по методике ГОСТ 7076-99 с использованием электронного измерителя теплопроводности ИТП-МГ4, изготовленном по ТУ 4276-002-01227131-97 (сертификат соответствия №0000027, выдан ГП ВНИИФТРИ). Согласно технической документации прибор обеспечивает измерение теплопроводности с относительной погрешностью $\pm 7\%$. Результаты определения теплопроводности приводятся в форме таблицы 2.

Таблица 2 – Теплопроводность пенобетона

№ образ-ца	Размеры, мм			Масса, г	Объем, см ³	Средняя плотность, кг/м ³		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°C)	
	длина	ширина	толщина			образца	пенобетона	образца	средний
1									
2									
3									
4									
5									

2 Общие сведения о тепловизионном обследовании зданий и сооружений

При осуществлении тепловизионного обследования зданий и сооружений необходимо пользоваться следующей терминологией:

1. тепловой неразрушающий контроль; тепловой контроль неразрушающий контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.

2. тепловизионный метод: метод теплового неразрушающего контроля, основанный на использовании электронных средств тепловидения.

Для инструментального определения теплозащитных качеств ограждающих конструкций целесообразно использовать средства измерения:

- цифровой анемометр-термометр ИСП-МГ 4.01 (рисунок 2);
- измеритель плотности теплового потока ИПП-2 (рисунок 3);
- измеритель температуры и относительной влажности воздуха (термогигрометр) ТГЦ-МГ 4.01 (рисунок 4);
- термометр контактный цифровой ТК-5.05 (рисунок 5);
- тепловизор ThermoCAM™ P65 (24° x 18°/ 0.3 м (0.98 фт), 7.5–13 мкм) (рисунок 6).



Рисунок 2 - Цифровой анемометр-термометр ИСП-МГ 4.01 для измерения средней скорости направленного воздушного потока и его температуры



Рисунок 3 - Измеритель плотности теплового потока ИПП-2 для измерения плотности тепловых потоков по ГОСТ 25380-92, проходящих через однослойные и многослойные ограждающие конструкции зданий и сооружений



Рисунок 4 - Измеритель температуры и относительной влажности воздуха (термогигрометр) ТГЦ-МГ 4.01 для контроля и регистрации температуры и влажности воздуха при оценке температурно-влажностного режима помещений



Рисунок 5- Термометр контактный цифровой ТК-5.05 для измерения температуры поверхностей твердых тел



Рисунок 6 - Тепловизор ThermoCAM™ P65 (24°x18°/ 0.3 м (0.98 фт), 7.5-13 μ м) для бесконтактных измерений при комплексном тепловом контроле строительных конструкций (метод теплового неразрушающего контроля - ТНК).

Инструментальными исследованиями устанавливаются фактические теплозащитные свойства ограждающих конструкций (наружных стен) здания.

Контактные измерения проводятся в реперной зоне. Выбор реперной зоны обуславливается наличием технической возможности установки измерительной аппаратуры на поверхности ограждающей конструкции.

Реперная зона для настройки тепловизора и программного обеспечения располагаются на первом этаже здания. В реперной зоне проводятся контактные измерения температур ограждающих конструкций (наружных стен) термометром контактным цифровым ТК-5.05 и зондом для измерения температуры поверхности прибора ИПП - 2.

Результаты измерений используются как входные данные для программного обеспечения.

В ходе проведения натурных испытаний определяются температуры поверхностей ограждающих конструкций (наружных стен), устанавливаются термически однородные зоны и места расположения теплопроводных включений.

При измерении температур термощупом внутренняя и наружная поверхности ограждающей конструкции (наружной стены) разбиваются на квадраты со сторонами не более 500 мм. Зоны с теплопроводными включениями - на более мелкие квадраты в соответствии с конструктивными особенностями. Температура поверхности измеряется в вершинах этих квадратов и непосредственно против теплопроводных включений. Контроль и регистрация температуры и влажности воздуха при оценке температурно-влажностного режима помещений осуществляется (термогигрометром) ТГЦ-МГ 4.01.

Методы проверки теплозащитных качеств ограждающих конструкций.

В Технических условиях МРТУ 20-2-74 дается описание методики проверки в натурных условиях теплозащитных качеств наружных стен и их сопряжений с плитами перекрытий, применяемой при экспериментальном, массовом строительстве и в процессе эксплуатации зданий.

Цель проверки состоит в оценке температуры на внутренней поверхности наружных ограждений и установлении степени обеспеченности нормального температурно-влажностного режима помещений при фактических и расчетных

условиях для сравнения полученных данных с нормативными, приведенными в СНиП «Строительная теплотехника. Нормы проектирования», и выработки рекомендаций по утеплению стен.

Проверка по данной методике производится как в зимних, так и в летних условиях и состоит в замере восьми параметров (температуры и влажности конструкции, наружного и внутреннего воздуха и т. п.) с периодичностью в 3 ч или в непрерывной автоматической записи показаний приборов в течение от 8 до 20 суток на одном здании, а также в построении по полученным данным изотерм внутренней поверхности ограждения. Количество, типы, расположение и крепление датчиков на конструкции, другие особенности проверки, а также методика обработки полученных данных определены указанными выше Техническими условиями.

Для эксплуатируемых, особенно крупнопанельных, зданий защита от промерзания и повышение теплозащитных качеств ограждений - задача весьма актуальная. Поскольку инструментальное обследование сложно и весьма трудоемко, то очень важно квалифицированное визуальное обследование дефектных участков зданий, определение их границ, а также проведение замеров наиболее значимых параметров, обуславливающих и характеризующих микроклимат помещений, с целью восстановления их нормативных значений.

Проверка теплозащитных качеств по описанной методике в эксплуатируемых зданиях из-за ее сложности, необходимости участия многих специалистов, большой продолжительности обследования - дело исключительно трудное. Недостатком этой методики является также условность получаемых данных, так как они замеряются не при расчетных параметрах, а при естественной, т. е. произвольной, температуре наружного воздуха, при которой может достигаться нормативная температура внутренней поверхности проверяемого ограждения.

В силу этих причин описанная методика не получила широкого распространения.

Поэтому была разработана более рациональная методика и два устройства для проверки теплозащитных качеств ограждающих конструкций. Суть этой методики заключается в искусственном создании на наружной поверхности стены расчетной отрицательной температуры, выдерживании ее в течение одних-двух суток, что необходимо для установления стационарного теплового режима в толще ограждения при заданных температуре и влажности воздуха внутри помещения, замере температуры или построении термограммы внутренней поверхности ограждения, например с помощью жидкокристаллического термоиндикатора, и сравнении полученных данных с нормативными.

В созданных компактных и эффективных холодильных камерах, которыми реализуется описанный способ, в одном из устройств использованы термоэлектрические холодильные батареи, а в другом - система закрытых тепловых трубок.

Технико-экономическая эффективность предложенных устройств достигается благодаря высокой оперативности проверки теплозащитных качеств (примерно в десять раз быстрее, чем по существующей методике), а также достоверности полученных данных, ибо при этом требуется намного меньшее количество исполнителей, снижены требования к их квалификации, созданы расчетные условия наружной температуры.

Полученные любым путем данные о температуре внутренней поверхности конструкции используются для выбора материала и расчета толщины ее утепления.

При утеплении сплошных стен лучшей считается такая конструкция, в которой наружная часть хорошо теплоизолирована и обладает небольшим сопротивлением паропроницанию, а внутренняя - незначительной теплоизоляционной способностью, но высоким сопротивлением паропроницанию. При этом удовлетворяется главное требование при утеплении стен: минимально снижается температура внутренней поверхности и в

конструкцию пропускается наименьшее количество влаги, а с наружной стороны обеспечивается минимальное охлаждение толщи стены и максимальное удаление из нее влаги.

При утеплении стен, чаще всего по архитектурным соображениям, утеплитель ставят все же изнутри, но тогда его приходится защищать пароизоляцией, а стену перед этим нужно осушить.

В трехслойных стенах, когда наружный и внутренний слои выполнены из железобетона, а средний (теплоизоляционный) слой - из ячеистого бетона, пенополистирола, минеральной ваты или других материалов, возможно образование конденсата внутри конструкции.

Чтобы исключить этот недостаток, рекомендуется устраивать пароизоляционный слой из синтетической пленки, листов битуминизированного картона, алюминиевой фольги на внутренней поверхности стены.

Большое значение для нормальной эксплуатации стен в помещениях с мокрыми и влажными режимами эксплуатации (душевые, бани, прачечные) приобретает гидроизоляционная защита стен. В таких помещениях происходят резкие суточные колебания температуры и влажности воздуха, вследствие чего на внутренней поверхности ограждений выпадает конденсат, а в толще конструкции накапливается влага; это приводит к ухудшению теплозащитных качеств стен, к их интенсивному разрушению. Без надежной гидроизоляционной защиты таких стен изнутри они служат не более пяти-семи лет, после чего их надо капитально ремонтировать.

При относительной влажности воздуха в помещениях более 65 % под внутренним защитным слоем рекомендуется располагать слой пароизоляции, например из алюминиевой фольги, а при влажности выше 85 % на внутренние поверхности стен надо нанести поливинилхлоридную пленку.

Плотный наружный слой крупнопанельных стен из глазурованных или стеклянных плиток нежелателен, ибо такая облицовка затрудняет диффузию

паров и удаление их из конструкции. Бетон и керамические плитки удовлетворяют обоим условиям: они стойки в любых атмосферных условиях и обладают необходимым паропроницанием.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое теплопроводность?
- 2 Чему равен коэффициент теплопроводности?
- 3 Опишите последовательность операций при определении теплопроводности материалов с помощью микропроцессорного прибора ИТП-МГ4.
- 4 Как осуществляется подготовка образцов к испытанию на теплопроводность методом стационарного теплового потока.
- 5 Как осуществляется подготовка образцов к испытанию на теплопроводность методом стационарного теплового зонда.
- 6 Как осуществляется тепловизионное обследование зданий и сооружений?
- 7 Методы проверки теплозащитных качеств ограждающих конструкций.

Литература

1. СНиП 23-02-2003. «Тепловая защита зданий».
2. СП 23-101-2004. «Проектирование тепловой защиты зданий».
3. СНиП II -3-79*. «Строительная теплотехника.
4. СНиП 2.01.01-82. «Строительная климатология и геофизика».
5. ТСН 23-339-2002. «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий». Нормативы по энергопотреблению и теплозащите.
6. ГОСТ 25380-82. «Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции».
7. ГОСТ 26253-84. «Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций».
8. ГОСТ 26629-85. «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».
9. ГОСТ 26254-84. «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».
10. ГОСТ 54852-2011. «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».
11. ГОСТ 26602.1-99. «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче».
12. ГОСТ 31166-2003. «Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи».
13. ВСН 43-96. «Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров».
14. ГОСТ 17177-94. «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».
15. ГОСТ 7076-99. «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности».
16. ГОСТ 17177-94. «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные.

Методы контроля».

17. Электронная библиотечная система: www.znanium.com.

18. Электронная библиотечная система РГСУ: <http://lib.rgsu.ru/MegaPro/Web>.