



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительные материалы»

Практикум

для проведения лабораторных занятий на тему

«Исследование свойств и выбор эффективного теплоизоляционного материала»

для обучающихся по направлению подготовки
38.03.01 «Экономика», профиль подготовки
«Экономика предприятий и организаций»

Автор
Мальцева И.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль «Экономика предприятий и организаций».

Методические указания знакомят студентов с основными техническими характеристиками теплоизоляционных строительных материалов, определяют порядок и методику выполнения лабораторной работы по оценке некоторых параметров состояния теплоизоляционных материалов и теплофизических характеристик. Содержат основные сведения о методике исследования их на предмет определения наиболее эффективных.

Автор

к.т.н., доцент кафедры «СМ» Мальцева И.В.





Оглавление

Введение	4
1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
3 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ И ИНСТРУМЕНТОВ	8
4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	8
4.1 Определение правильности геометрической формы, состояния внешнего вида, параметров состояния и марки.	8
4.2 Сравнительный анализ характеристик теплоизоляционных материалов.....	9
Приложение А Основные физико-механические свойства ТИМ.....	11
Библиографический список	14

ВВЕДЕНИЕ

Теплоизоляционными называют строительные материалы и изделия, имеющие низкую теплопроводность (при температуре 25°C коэффициент теплопроводности не более 0,175 Вт/(м°C)) и плотность не выше 500 кг/м³, предназначенные для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений, технологического оборудования и трубопроводов.

Теплоизоляционные материалы относятся к числу эффективных строительных материалов, позволяющих решать многие инженерные задачи, в частности, возможность строительства сверхвысоких зданий, уменьшение толщины ограждающих конструкций и, как следствие, снижение массы зданий, расхода строительных материалов, а также экономии топливно-энергетических ресурсов при обеспечении в помещениях нормального микроклимата.

Теплоизоляционные строительные материалы в соответствии с требованием ГОСТ 16381 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные» подразделяются по следующим основным признакам:

1 По виду исходного сырья:

– неорганические (минеральная и стеклянная вата, ячеистые бетоны, материалы на основе асбеста, керамические и др.),

– органические (древесно-волоконистые плиты, пено- и поропласты, торфяные плиты и пр.);

2 По форме и внешнему виду:

– рыхлые (вата, перлит и др.),

– плоские (плиты, маты, войлок и др.),

– фасонные (цилиндры, полуцилиндры, сегменты и др.),

– шнуровые (шнуры из неорганических волокон: асбестовые, минерального и стеклянного волокна);

3 По структуре:

– волокнистые (минеральная, стеклянная вата, шерсть и пр.),

– ячеистые (ячеистые бетоны и полимеры, пено-и газо-керамика и пр.),

– зернистые или сыпучие (керамический и шлаковый гравий, пемзовый и шлаковый песок и пр.);

4 По средней плотности:

– особо легкие (15, 25, 35, 50, 75 кг/м³),

Исследование свойств и выбор эффективного теплоизоляционного материала

- легкие (100, 125, 150, 175 кг/м³),
- средней плотности (200, 250, 300, 350 кг/м³)
- тяжелые (400, 500, 600 кг/м³);

5 По теплопроводности:

- малотеплопроводные (до 0,058 Вт/м·°С),
- среднетеплопроводные (до 0,116 Вт/м·°С),
- повышенной теплопроводности (до 0,18 Вт/м·°С);

6 По сгораемости:

- несгораемые (керамзит, ячеистые бетоны др.),
- трудносгораемые (цементно-стружечные плиты, ксилолит),
- сгораемые (ячеистые пластмассы и пр.);

7 По жесткости (относительной деформации сжатия) теплоизоляционные материалы и изделия подразделяются на виды, указанные в табл. 1.

Таблица 1 – Виды теплоизоляционных материалов по жесткости

Обозначение видов изделия	Наименование видов изделий	Величина относительного сжатия, %, при удельной нагрузке		
		0,02 кгс/см ²	0,4 кгс/см ²	1,0 кгс/см ²
М	Мягкие	Свыше 30	-	-
П	Полужесткие	От 6 до 30	-	-
Ж	Жесткие	До 6	-	-
ПЖ	Повышенной жесткости	-	До 10	-
Т	Твердые	-	-	-

В практике используют следующие основные способы создания высокопористого строения материала: 1) введение газо- или пенообразующих добавок; 2) введение выгорающих добавок; 3) образование волокнистого каркаса; 4) неплотная упаковка зернистых материалов; 5) контактное омоноличивание зернистых и волокнистых элементов структуры. В ряде случаев весьма эффективным оказывается создание комбинированных структур, например, волокнисто-ячеистой, зернисто-ячеистой и т.п.

Теплоизоляционные материалы и изделия должны изготавливаться в строгом соответствии с требованиями стандартов и технических условий на эти материалы. Выбирая эффективный материал для теплоизоляции, мы решаем одну из задач народно-хозяйственного значения — экономии топливно-энергетических ресурсов в промышленных технологических процессах, эксплуатации зданий и сооружений.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы - научить студентов определять параметры технических свойств теплоизоляционных материалов и на основе полученных результатов установить соответствие их требованиям стандарта, а также сделать выбор наиболее эффективного материала.

Для полной оценки свойств теплоизоляционного материала определяются все технические параметры, приведенные в методических указаниях. В лабораторной работе, рассчитанной на 2 - 4 часа определяется плотность материалов по образцам правильной геометрической формы, по плотности рассчитывается коэффициент теплопроводности по формуле В.П. Некрасова, другие параметры.

2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Материалы и изделия строительные и теплоизоляционные принимаются техническим контролем предприятий-изготовителей в соответствии с требованиями ГОСТ 26281 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Правила приемки». Изделия принимаются партиями. Партией считаются материалы и изделия одной марки, типа, вида и размеров, последовательно изготовленные на одной технологической линии в течение не более одних суток. Объем партии устанавливается нормативными материалами в зависимости от вида изделий, ступени плана контроля для штучной продукции и для зернистых, волокнистых материалов. Из каждой партии делают выборку случайным образом; если продукция упакована, выборку формируют из разных упакованных мест. Для штучных материалов минимальный объем выборки должен быть не менее 3 образцов, для сыпучих, зернистых, волокнистых 3-5 проб.

Материалы и изделия должны проверяться на следующие показатели: линейные размеры, правильность геометрической формы, внешний вид, плотность, влажность, предел прочности при сжатии, изгибе, растяжении, гибкость, сжимаемость, теплопроводность.

Определение параметров свойств производится по существующим методикам в соответствии с ГОСТ 17177 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».

Коэффициент теплопроводности зависит от температуры и влажности [1].

Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры выражается уравнением О.Е. Власова:

$$\lambda_t = \lambda_0 / (1 + \beta \cdot t), \quad (1)$$

где λ_t – коэффициент теплопроводности сухого материала при температуре $t^{\circ}\text{C}$, $[\text{Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}]$;

λ_0 – коэффициент теплопроводности сухого материала при 0°C , $[\text{Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}]$;

β – температурный коэффициент, выражающий приращение λ_0 при повышении его температуры на 1°C и равный $0,0025$ в диапазоне температур от 0 до $+100^{\circ}\text{C}$;

t – температура материала в $^{\circ}\text{C}$.

Зависимость теплопроводности от влажности описывается уравнением:

$$\lambda_w = \lambda_{\text{сух}} + \eta \cdot W, \quad (2)$$

где λ_w – коэффициент теплопроводности увлажненного материала;

$\lambda_{\text{сух}}$ – коэффициент теплопроводности сухого материала;

W – влажность материала в % по массе;

η – влажностный коэффициент равный $0,0062$, если вода в порах находится в жидкой фазе, а если вода в виде льда, то $\eta = 0,0207$, т.е. в $3,5$ раза больше, так как коэффициент теплопроводности льда в несколько раз выше коэффициента теплопроводности воды.

Коэффициент теплопроводности для воздушно-сухих материалов ($1-7\%$) можно ориентировочно определить по средней плотности, пользуясь эмпирической формулой, предложенной проф. В.П. Некрасовым:

$$\lambda = 1,163\sqrt{0,0196 + 0,22\rho_0^2} - 0,14, \quad [\text{Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}]; \quad (3)$$

$$\lambda = \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_0^2} - 0,14, \quad [\text{ккал}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}] \quad (4)$$

где ρ_0 – средняя плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ И ИНСТРУМЕНТОВ

Для выполнения лабораторной работы необходимо подготовить образцы теплоизоляционных материалов. Количество образцов должно быть не менее трех. За результат принимается среднее арифметическое значение из параллельных определений. Температура воздуха в помещении, в котором проводят испытания материалов и изделий, должна быть (22 ± 5) °С.

Взвешивание образцов производят на электронных весах, с погрешностью 0,1 г, измерение геометрических размеров производят линейкой металлической или штангенциркулем с приспособлением для измерения глубины (толщины).

Инструменты, приборы должны соответствовать требованиям стандартов, поверены, исправны.

4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

4.1 Определение правильности геометрической формы, состояния внешнего вида, параметров состояния и марки.

4.1.1 Измерение длины, ширины и толщины образцов.

Для измерения размеров до 1 м применяют линейку. Длина измерительного инструмента должна быть не менее длины изделия.

Длину плиты измеряют в трех местах: на расстоянии 5 мм от каждого края и посередине изделия.

Ширину плиты измеряют в трех местах: на расстоянии 5 мм от каждого края и посередине изделия.

Толщину ячеистых плоских изделий измеряют штангенциркулем в четырех местах посередине каждой стороны.

Измерение толщины плоских волокнистых изделий производят толщиномером.

4.1.2 Контроль внешнего вида изделия заключается в визуальном осмотре изделий и линейных измерениях замеченных дефектов.

4.1.3 Среднюю плотность материала определяют на образцах правильной геометрической формы, вырезанных из изделий или изготовленных в лаборатории, взвешенных с точностью до 0,1 г, по формуле

$$\rho_0 = \frac{m_g}{V(1 + 0,01W)} \quad (5)$$

где m_v – масса образца в состоянии естественной влажности, г;
 V – объем образца, см³;
 W – влажность материала, %.

4.1.4 Коэффициент теплопроводности определяют формуле 3.

Полученные результаты заносят в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Наименование показателей	Единица измерения	Материалы или номер образца				
Масса образца	г					
Линейные размеры:						
длина	см					
ширина	см					
толщина	см					
Объем образца	см ³					
Средняя плотность	г/см ³					
Коэффициент теплопроводности	Вт/м·°С					

Полученные результаты при исследовании материалов из табл. 2 сравнивают с параметрами, приведенными в ГОСТах или в приложении А к методическим указаниям.

4.2 Сравнительный анализ характеристик теплоизоляционных материалов

Изучение основных видов теплоизоляционных материалов, определение и анализ их физико-механических свойств, характерных особенностей применения проводят самостоятельно с помощью учебной литературы и ГОСТов. Результаты изучения студенты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Основные виды и характеристика теплоизоляционных материалов

Материалы	Основные свойства				Особенности применения
	Средняя плотность, кг/м ³	Пределы прочности, МПа		Теплопроводность, Вт/(м·°С)	
		при сжатии	при изгибе		
Изделия из минеральной ваты и стекловолокна: - плиты твердые - плиты жесткие - плиты полужесткие и мягкие - маты Материалы и изделия из вспученных горных пород и минералов: - вспученный перлит - вспученный вермикулит - битумоперлит - стеклоперлит - керамоперлит - перлитцемент Ячеистое стекло Ячеистая керамика Ячеистый бетон					
Органические теплоизоляционные материалы					
Материалы на основе древесного волокна: -древесно-волокнистые плиты - фибролит Торфоплиты Газонаполненные пластмассы (пенопласты)					

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИМ

Материал	Марка	Средняя плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Прочность, МПа, не менее		Влажность W, %	Предельная температура применения, °С
				при сжатии	при изгибе		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Неорганические рыхлые и сыпучие материалы</i>							
Вата минеральная	ВМ-35	35	0,038	-	-	<1	700
	ВМ-50	50	0,037	-	-	<1	700
	ВМ-70	70	0,036	-	-	<1	700
Вата стеклянная	125	125	0,052	-	-	<1	
	М-75	До 75	0,043	-	-	<2	875
	М-100	Св 75 до 100вкл.	0,052	-	-	<2	875
	М-150	Св 100 до 150вкл.	0,058	-	-	<2	875
	М-200	Св 150 до 200вкл.	0,064	0,10	-	<2	875
Перлит вспученный	М-250	Св 200 до 250вкл.	0,070	0,15	-	<2	875
	М-300	Св 250 до 300вкл.	0,076	0,30	-	<2	875
	М-350	Св 350 до 400вкл.	0,079	0,35	-	<2	875
	М-400	Св 75 до 100вкл.	0,081	0,40	-	<2	875
	М-500	Св 400 до 500вкл.	0,093	0,60	-	<2	875
Вермикулит вспученный	100	100	0,055	-	-	<3	1100
	150	150	0,06	-	-	<3	1100
	200	200	0,065	-	-	<3	1100
Порошок совелитовый Асбозурит	350	350	0,076	-	-	-	500
	700	700	0,17	-	-	<2	900
	800	800	0,19	-	-	<2	900
Крошка диатомитовая	350	350	0,110	-	-	<3	900

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Минераловолокнистые изделия</i>							
Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем	75	75	0,047	-	-	<1	400
	125	125	0,049	-	-	<1	400
	175	175	0,052	-	-	<1	400
	225	225	0,054	0,04	-	<1	400
Плиты из минеральной ваты на битумном связующем	75	50-75	0,044	-	-	<1	60
	100	76-100	0,044	-	-	<1	60
	150	101-150	0,049	-	-	<1	60
	200	151-200	0,052	-	-	<1	60
Маты из минеральной ваты прошивные	250	201-250	0,058	-	-	<1	60
	35	От 25 до 35	0,042	-	-	<1	700
	50	От 35 до 50	0,04	-	-	<1	700
	75	От 50 до 75	0,039	-	-	<1	700
	100	От 75 до 100	0,038	-	-	<1	700
	125	От 100 до 125	0,038	-	-	<1	700
<i>Асбестосодержащие изделия</i>							
Изделия совелитовые	350	350	0,071	-	>0,17	< 15	500
	400	400	0,074	-	>0,24	<15	500
	250	250	0,075	-	>0,18	<5	600
Изделия асбесто-вермикулитовые	300	300	0,08	-	>0,225	<5	600
	350	350	0,085	-	>0,25	<5	600
Известково-кремнеземистые	200	200	0,058	-	>0,35	<65	600
	225	225	0,065	-	>0,35	70	600
<i>Прочие неорганические изделия</i>							
Изделия пено-диатомитовые и трепельные	ПД-350	350	0,072	0,6	-	-	900
	ПД-400	400	0,082	0,8	-	-	900
	Д-500	500	0,1	0,6	-	-	900
	Д-600	600	0,12	0,8	-	-	900
	Т-600	600	0,12	0,8	-	-	900
	Д-200	200	0,048	-	-	<15	400
Плиты тепло-изоляционные из ячеистого бетона	Д-250	250	0,06	-	-	<15	400
	Д-300	300	0,072	-	-	<15	400
	Д-350	350	0,084	-	-	<15	400
	Д-400	400	0,096	В 0,5	-	<15	400
	Д-450	450	0,108	В 0,75	-	<15	400
	Д-500	500	0,12	В 1	-	<15	400
	Д-600	600	0,14	-	-	<15	400
	Д-700	700	0,17	-	-	<15	400

1	2	3	4	5	6	7	8
Пеностекло	100	100	0,04	0,7	0,4	5	230
	200	200	0,08	4	0,6	5	230
<i>Изделия из органических материалов</i>							
Плиты торфяные тепло-изоляционные	170	<170	0,045	-	>0,3	15	100
	200	171-200	0,05	-	>0,3	15	100
	230	201-230	0,06	-	>0,4	15	100
Плиты древесно-волоконистые изоляционно-отделочные	260	231-260	0,065	-	>0,4	15	100
	250	До 250	0,06	1,2	-	12	100
	350	От 250 до 350	0,08	2,0	-	12	100
Плиты фибролитовые на портландцементе	450	450	-	15	-	6-10	100
	Ф-300	250-350	0,08	-	>0,6	<20	
	Ф-400	351-450	0,09	-	>0,9	<20	100
Плиты камышитовые	Ф-500	451-500	0,1	-	>1,2	<20	
	175	175	0,046	-	0,5	18	100
<i>Пенопласты и другие полимерсодержащие материалы</i>							
Плиты из пенопласта полистирольного	20	20	0,030	0,05	0,07	15	70
	25	25	0,033	0,07	0,1	15	70
	30	30	0,035	0,1	0,13	15	70
	40	40	0,035	0,15	0,18	15	70
Поропласт полиуретановый эластичный	ППУ-Э-25	25	0,032	-	0,12	-	70
Плиты пенополистирольные	15	До 15	0,042	0,05	0,07	12	80
	25	15,1-25	0,039	0,1	0,18	12	80
	35	25,1-35	0,037	0,16	0,25	12	80
	50	35,1-50	0,040	0,2	0,35	12	80
Пенопласт ПХВ	ПХВ-1-85	85	0,035	-	-	-	60
	ПХВ-1-115	100	0,058	-	-	-	60
Пеноплекс	Тип 35	29,5-38,5	0,028	0,29-0,48	0,6-0,7	-	75
	Тип 45	38,6-50	0,030	0,5	0,4-0,7	-	75
Перлитопластбетон	100	100	0,035	-	-	12	100
	200	200	0,041	-	-	12	100

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1 Строительное материаловедение: учеб. пособие /под общ. ред. В.А.Невского. – Изд. 3-е, доп. и перераб. Ростовн/Д: Феникс, 2010. – 588 с.

2 Материаловедение в строительстве: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [И.А. Рыбьев, Е.П. Казеннова, Л.Г. Кузнецова, Т.Е. Тихомирова]; под. ред. И.А. Рыбьева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528с.

3 Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия: учебн. – М.: Высшая школа, 2008.

4 Строительные материалы: учебник / под общей редакцией В.Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ, 2005.

Дополнительная литература

1 Строительные материалы: учебно-справочное пособие под редакцией Г.В. Несветаева. – Ростовн/Д.: Феникс, 2009.

2 Алимов Л.А., Воронин В.В. Строительные материалы: учебник для бакалавров. – М.: ИЦ «Академия», 2014.

3 Киреева Ю.И. Строительные материалы: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – Минск.: Новое знание, 2006.

Нормативная и справочная литература

Электронная база нормативных документов в строительстве (ГОСТы, СНИПы, нормы, методики и др.).