МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

«Определение основных свойств теплоизоляционных материалов»

по курсу

«Технология изоляционных материалов и систем»

Ростов-на-Дону
ДГТУ

2022

УДК 666.973.6(07)

Составитель: к.т.н., доцент, декан факультета «Инженерно-строительный» Х.С. Явруян

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология изоляционных материалов и систем» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Методические указания включают теоретическое изложение материала, описание применяемых материалов и оборудования, методику проведения опытов и обработки полученных результатов испытаний и предназначены для систематизации и закрепления студентами теоретических разделов курса, углублению знаний в области изучения свойств теплоизоляционных материалов. – Ростов н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2022. – 13.

УДК 666.973.6(07)

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 __.__.2022г.
Формат 60×84/16. Объем ___усл.п.л.
Тираж 50 экз. Заказ № ___.
Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Доской государственный
технический университет, 2022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: изучение методик определения основных свойств теплоизоляционных материалов.

Общие сведения

Теплоизоляционные материалы предназначены для защиты от проникновения тепла или холода. Это пористые материалы, имеющие плотность не более 600 кг/м ^{3} и низкую теплопроводность (не более 0,18 Вт/м^{o}С**).**

Теплоизолирующая способность материала зависит не только от количества, но и от характера пор, их распределения, размеров, открыты они или замкнуты. Наиболее высокими теплоизоляционными свойствами обладают материалы, содержащие большое количество мелких закрытых пор. Стремление к замкнутой пористости отличает структуру теплоизоляционных материалов от структуры звукопоглощающих.

Плотность материала оказывает решающее значение на теплопроводность. По величине средней плотности (кг/м^3) теплоизоляционные материалы делят на марки:

- особо легкие: 15, 25, 35, 50, 75, 100
- легкие: 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350
- тяжелые: 400, 450, 500, 600.

1 Определение средней плотности теплоизоляционных материалов

1.1 Определение средней плотности жестких материалов

Приборы и материалы: сушильный шкаф, технические весы с разновесами, металлическая линейка, игольчатый толщиномер, штангенциркуль, прибор для определения толщены эластичных материалов под нагрузкой (рисунок 2), испытываемые образцы пенопласта, минераловатных плит, ячеистого бетона

Высушенный образец взвешивают с точностью до 0,1 г и измеряют.

Измерение толщины может производиться штангенциркулем или специальным прибором – толщиномером (рисунок 1). Толщиномер применяют для измерения толщины торфяных, жестких минераловатных и теплоизоляционных древесноволокнистых плит. Точность измерения толщины плит при использовании штангенциркуля и толщиномера составляет 0,1 мм, а при использовании линейки – 1 мм.

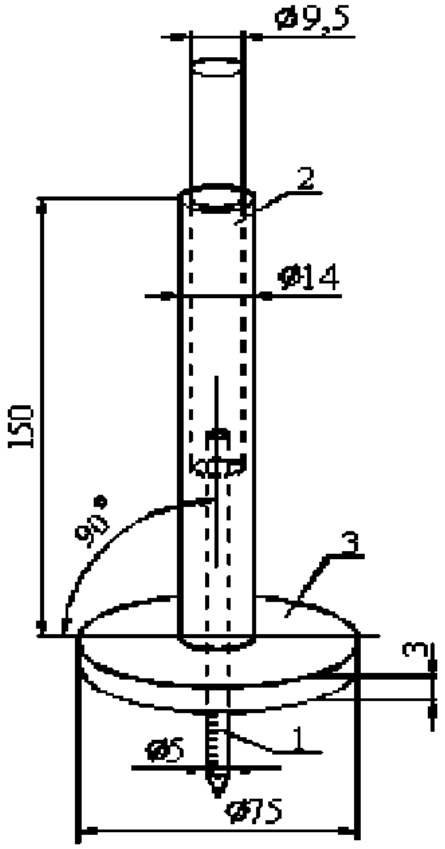

Рисунок 1. Толщиномер
1-игла с делениями;
2-трубка; 3-опорный диск

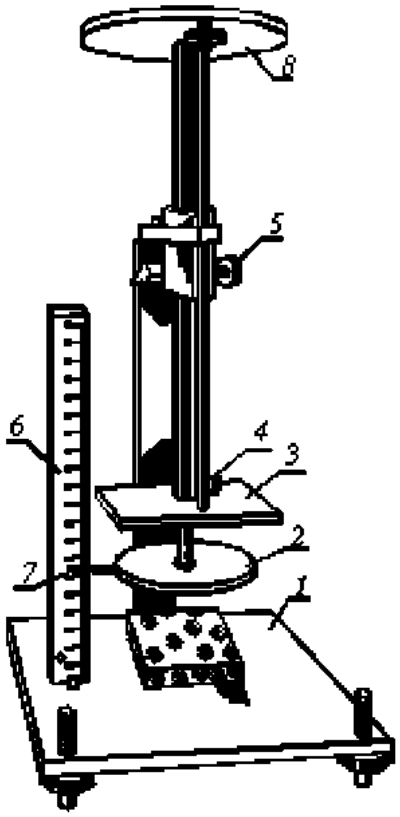

Рисунок 2. Прибор для определения толщины эластичных материалов под нагрузкой
1 – стрелка; 2 – шкала; 3 – подвижная пластина; 4, 5 – винт; 6, 7 - пластинки

.

Объем образца или изделия вычисляют как среднюю арифметическую величину всех проведенных измерений.

Среднюю плотность партии материала ρ_m (кг/м') вычисляют как среднюю арифметическую величину не менее чем трех определений по формулам:

- для штучных изделий и рулонных материалов без обкладки

$$\rho_m = \frac{m}{V} \qquad (1.1)$$

где ***m*** – масса сухого образца, кг;

V – объем образца, м ^{3}.

- для штучных изделий с плоской поверхностью с обкладками

$$\rho_m = \frac{m_1 - m_2}{V} \qquad (1.2)$$

где m_1 – масса сухого образца с обкладками, кг;

m_2– масса обкладок после отделения от них теплоизоляционного слоя, кг.

- для шнуровых материалов

$$\rho_m = \frac{4(m_3 - m_4 \cdot l)}{\pi d^2 \cdot l} \qquad (1.3)$$

где m_3 – масса сухого образца с оплёткой, кг;

m_4 – масса оплетки на один погонный метр шнура, кг/м;

l – длина шнура, м;

d – диаметр шнура.

Результаты определения заносят в таблицу 1.1

Таблица 1.1

Определение средней плотности штучных изделий

Показатели	Единицы измерения	Образец без обкладки	Образец с обкладкой	Шнуровой материал
Масса образца без обкладки, ***m***	кг			
Масса образца с обкладками, m_1	кг			
Масса обкладок, m_2	кг			
Масса образца в оплетке, m_3	кг			
Масса оплетки на 1 пог. метр шнура, m_4	кг/м			
Длина шнура, ***l***	м			
Диаметр шнура, ***d***	м			
Средняя плотность, ρ_m	кг/м^3			

По результатам определений делается заключение о марке теплоизоляционного материала.

1.2 Определение средней плотности мягких теплоизоляционных материалов

Из разных мест каждого из трех полотнищ войлока, отобранных для испытаний, вырезают по три образца размером 100х100 мм. Взвешенный с точностью до 0,01 г образец укладывают на основание специального прибора (рисунок 2). Пластинку 7 массой 0,5 кг подводят вплотную к пластинке 6 и закрепляют винтом 5. Затем пластинки 7и 6 опускают вниз, не доводя нижнюю поверхность пластинки 7 на 1-2 см до поверхности образца, и закрепляют их винтом 4. Ослабив винт 5, опускают пластинку 7 на поверхность образца, оставляют ее в этом положении 5 мин., после чего с помощью стрелки 1 производят отсчет по шкале 2 и определяют толщину образцов войлока под давлением 0,0005 МПа. Подвижная пластина 3 используется и при других испытаниях минераловатных изделий.

Среднюю плотность войлока $\boldsymbol{p_m}$ (кг/м^3) вычисляют по формуле:

$$\rho_m = \frac{m}{V(1+0{,}01W)} \qquad (1.4)$$

где $\boldsymbol{W}$ - влажность образца, %.

1.3 Определение средней плотности рыхлых волокнистых материалов

Пробу материала массой (500±10)г взвешивают на технических весах и укладывают горизонтальными слоями в металлический цилиндр 1 прибора

(рисунок 3). На материал опускают при помощи подъемного устройства 4 металлический диск 2, создающий удельное давление 2000 Па (0,02 кгс/см ^{2}).

Через 5 минут высоту h сжатого слоя материала в цилиндре определяют по шкале 3, находящейся на стержне 5, с погрешностью не более 0,5мм.

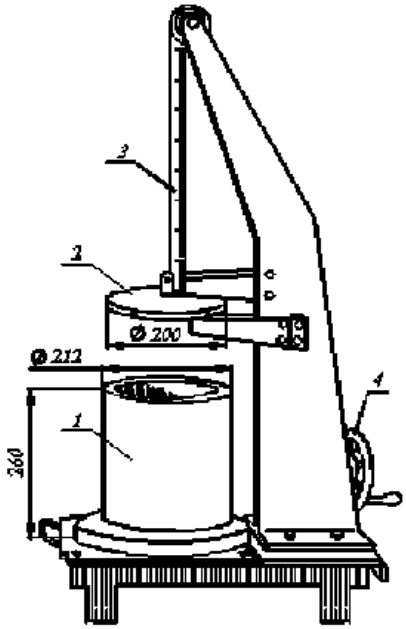

Рисунок 3. Прибор для определения плотности рыхлых волокнистых материалов.

1-цилиндр; 2 - металлический диск;

3-шкала; 4-подъемное устройство

Объем рыхлого волокнистого материала **V** (м^3), под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см ^{2}) вычисляют в см^3 по формуле

$$V = \pi R^2 \ h \qquad (1.5)$$

где ***R*** - радиус цилиндра, см;

h - высота сжатого слоя материала в цилиндре, см.

Плотность материала $\boldsymbol{p_m}$ (г/см^3), под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см ^{2}) вычисляют по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{V(1+0{,}01W)} \qquad (1.6)$$

где ***m*** - масса рыхлого волокнистого материала, г;

V - объем, занимаемый материалом в приборе под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02кгс/см ^{2}), см ^{3};

W - влажность материала, %.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.2 и делают вывод о марке теплоизоляционного материала.

Таблица 1.2

Определение средней плотности рыхлых волокнистых материалов

Показатели	Единицы измерения	Образец волокнистого материала
Масса волокнистого материала, ***m***	кг	
Высота сжатого слоя, ***h***	м	
Радиус цилиндра, ***R***	м	
Объем материала, ***V***	$м^3$	
Влажность материала, ***W***	%	
Средняя плотность материала, p_m	$г/см^3$	

2 Определение водопоглощения

Приборы и материалы: сушильный шкаф, технические весы с разновесами, ванна из нержавеющего материала, имеющая сетчатую подставку и пригруз из нержавеющего материала (рисунок 4), испытываемый материал: минераловатная плита, фенопласт, пенопласт.

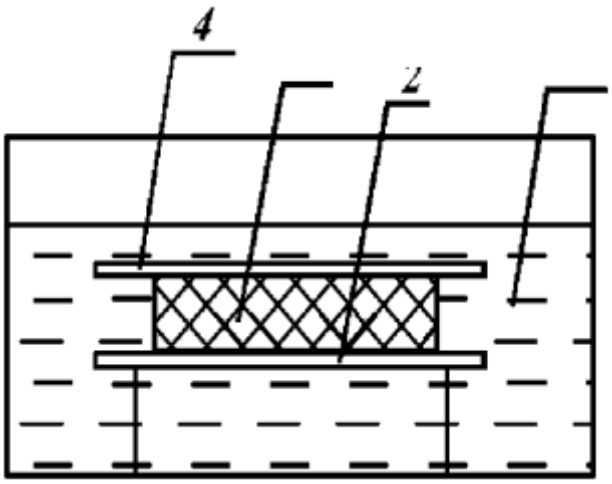

Рисунок 4. Схема определения водопоглощения при полном погружении образца в воду

1-ванна; 2-сетчатая подставка;

3-образец; 4-сетчатый пригруз

Из изделия вырезают образец размером в плане 100х100 мм и толщиной, равной толщине изделия, высушивают его до постоянной массы и взвешивают.

Образец 3 (рисунок 4) помещают в ванну 1 на сетчатую подставку 2 и фиксируют положение сетчатым пригрузом. Затем заливают в ванну воду температурой (22±5)°С так, чтобы образец был погружен не более, чем до

половины толщины. Через 3 часа в ванну доливают воду в таком количестве, чтобы уровень воды был выше пригруза на 20-40 мм. Через 24 часа после залива первой порции воды образцы переносят на сетчатую подставку и через 30 с взвешивают. Массу воды, вытекающей из образца во время взвешивания, включают в массу насыщенного водой образца.

Водопоглощение при полном погружении образца ***W***(%), вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \qquad (1.7)$$

где $\mathbf{m_1}$ – масса образца после насыщения водой г;

$\mathbf{m_2}$ - масса сухого образца, г

3 Определение содержания органических веществ

В предварительно прокаленный и взвешенный тигель помещают пробу массой около 5 г и высушивают до постоянной массы, взвешивают. До проведения испытания пробу хранят в эксикаторе над хлористым кальцием.

Тигель с пробой помещают в камерную электропечь и при температуре (600±50)°С выдерживают в течение 2 часов. Затем тигель с пробой охлаждают в эксикаторе до температуры (22±5)°С и взвешивают с погрешностью не более 0,0002г.

Содержание органических веществ Z_0 (%) вычисляют по формуле

$$Z_0 = \frac{m_1 - m}{m_2 - m_3} \cdot 100 \qquad (1.8)$$

где m_1 - масса предварительно прокаленного тигля с пробой, высушенной до постоянной массы, г;

m_2 - масса тигля с пробой после прокаливания, г;

m_3 - масса прокаленного тигля, г.

Результаты определения заносят в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Определение содержания органических веществ

Показатели	Единицы измерения	Образец №1	Образец №2
Масса тигля с пробой, высушенной до постоянной массы, m_1	г		
Масса тигля с пробой после прокаливания, m_2	г		
Масса прокаленного тигля, m_3	г		
Содержание органических связующих, Z_0	%		

4 Определение механических свойств

4.1 Определение прочности на сжатие при 10 % - деформации

Сущность метода заключается в определении величины сжимающих усилий, вызывающих деформацию образца по толщине на 10% при соответствующих условиях испытания.

Приборы и материалы: прибор, обеспечивающий скорость нагружения образца (5±0,5) мм/мин и позволяющий измерить величину нагрузки с погрешностью, не превышающей 1 % от величины сжимающего усилия, индикатор часового типа, линейка металлическая, испытываемый материал пенопласта.

Из изделия выпиливают образец размером в плане 100х100 мм и толщиной, равной толщине изделия. Линейкой измеряют длину и ширину образца, затем его помещают в прибор и определяют нагрузку, при которой он уплотняется (деформируется) на 10 %.

Прочность на сжатие при 10%-ной деформации R (Па (кгс/см^2)), вычисляют по формуле

$$R = \frac{P}{a \cdot b} \qquad (1.9)$$

где P - нагрузка, при которой образец уплотняется на 10 %, Н (кгс);

a - длина образца, см;

b - ширина образца, см.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Определение механических свойств

Показатели	Единицы измерения	Прочностные показатели		
		Rсж при 10 % деформации	Rсж МПа (кгс/см^2)	Rизг МПа (кгс/см^2)
Длина образца, ***a***	см			
Ширина образца, ***b***	см			
Высота образца, ***h***	см			
Расстояние между опорами, ***l***	см			
Разрушающая нагрузка, ***P***	Н (кгс)			

4.2 Определение предела прочности при сжатии

Сущность метода заключается в определении величины сжимающих усилий, вызывающих разрушение образца при соответствующих условиях испытаний.

Из изделия выпиливают образец в форме куба с размером ребра (100±1) мм. Если толщина изделия не позволяет вырезать куб указанного размера, из изделия вырезают 2 образца в форме прямоугольного параллелепипеда высотой (50±0,5) мм, путем наложения которых друг на друга составляют куб указанного размера.

Две половины составленного образца притирают друг к другу и измеряют длину каждого ребра штангенциркулем с погрешностью не более 0,2 мм. Затем целый или составной по высоте образец устанавливают в прибор и определяют разрушающую нагрузку.

Предел прочности на сжатие $\boldsymbol{R_{сж}}$, МПа (кгс/см^2), вычисляют по формуле 1.9 и результаты заносят в таблицу 1.4.

4.3 Определение предела прочности при изгибе

Сущность метода заключается в определении величины усилий при изгибе образца, вызывающих его разрушение или прогиб при соответствующих условиях испытания.

Из изделия выпиливают образец квадратного сечения со стороной ребра (40±2) мм и длиной (200±3) мм, если в стандартах или ТУ на конкретные материалы и изделия не указаны другие размеры. При толщине изделия менее 40мм из него выпиливают образец шириной 40 мм и максимально возможной толщины.

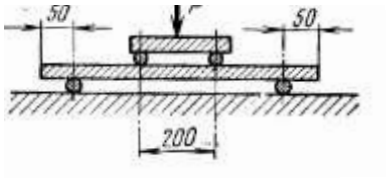

Рис. 6 Схема испытания теплоизоляционных плит на изгиб

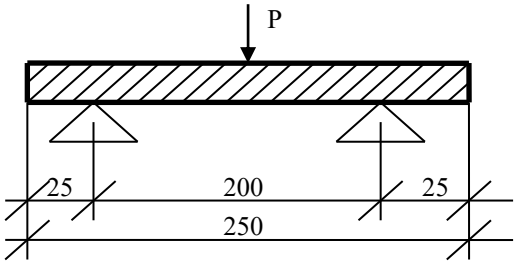

Рис. 7 Схема испытания образцов (балочек) на изгиб

Образец укладывают на 2 цилиндрические опоры диаметром 10 мм. Расстояние между осями опор должно быть (200±1) мм. Нагрузка на образец должна передаваться через валик диаметром 10 мм.

Разрушающей считают максимальную нагрузку, отмеченную при испытании образца при его разрушении или прогибе в середине пролета.

Предел прочности при изгибе $R_И$, МПа (кгс/см^2), определяют по формуле

$$R_и = \frac{3Pl}{2bh^2} \qquad (1.10)$$

где P - разрушающая нагрузка, Н (кгс);

l - расстояние между осями опор, см;

b - ширина образца, см;

h - высота образца, см.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.4.