

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
Кафедра автомобильных дорог и строительных материалов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Методические указания

Составитель
Т.И. Шевцова

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург
2020

УДК 691.3
ББК 38.307.6
О38

Рецензент – доцент, кандидат химических наук В.Н. Рубцова

О37 **Определение показателей качества минеральной ваты:** методические указания / составитель Т.И. Шевцова; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2020. – 18 с.

Методические указания содержат методику определения свойств минеральной ваты и предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теплоизоляционные и акустические материалы и системы» по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», а также возможно использование представленного материала для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в строительном материаловедении».

УДК 691.3
ББК 38.307.6

© Шевцова Т.И.,
составление, 2020
© ОГУ, 2020

Содержание

Введение	4
Методика проведения работы	6
1 Определение среднего диаметра волокон минеральной ваты.....	6
2 Измерение содержания «корольков»	8
3 Определение содержания органических веществ	9
4 Определение плотности минеральной ваты	11
5 Определение влажности	13
6 Контрольные вопросы.....	15
Список использованных источников	16
Приложение А.....	18

Введение

Изоляционный материал, который называют минеральной ватой, производился естественным способом на протяжении столетий. Во время извержения вулканов, когда сильные ветры проносятся над потоком расплавленной лавы, она распыляется на тонкие шелковистые нити, которые выглядят как шерсть. Этот природный механизм вдохновил специалистов на создание одного из самых универсальных и инновационных продуктов из всех, что имеются на рынке в настоящий момент. В 1871 году на металлургическом заводе германского городка Георгсмариенхютте было запущено промышленное производство минеральной ваты.

Минеральная вата представляет собой рыхлый волокнистый материал (диаметр волокон от 1 до 15 мкм и длина 2 – 60 мм), получаемый из силикатных расплавов. Для получения минерального волокна в качестве стеклообразователя обязательно присутствует SiO_2 , поэтому они называются силикатными расплавами. Теплоизоляционные свойства минеральной ваты обусловлены содержанием в ней воздушных пустот (до 95 - 97 % общего объема ваты), заключенных между волокнами, которые расположены в вате во всевозможных направлениях. Минераловатные изделия получают на основе минеральных волокон (минеральной ваты), скрепляемых в изделия с помощью связующего или другими способами. Применяют минеральную вату непосредственно в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности при температуре изолируемых поверхностей от минус 180°C до плюс 700°C, а также для изготовления тепло- и звукоизоляционных изделий в виде плит, скорлуп, матов, цилиндров и т.п. [1]

Сырьем для получения силикатного расплава при производстве минеральной ваты служат многие горные породы, металлургические шлаки, золы от сжигания каменных углей и торфа и отходы промышленности строительных материалов (бой глиняного, силикатного кирпича и др.). Название минеральная вата получает по виду сырья: например, шлаковая, базальтовая или стекловата. Вид сырья определяет, в частности, температуростойкость ваты (у базальтовой ваты — до

1000°C, а у стекловаты 550° С - 650°C), тонкость и упругость волокна, и другие свойства. [2]

Качество минеральной ваты зависит от свойств расплава, определяемых, в свою очередь, химическим свойством сырья, вязкостью и поверхностным натяжением расплава, а также от способа превращения расплава в минеральное волокно. Последний значительно влияет на длину и диаметр волокон и на содержание неволокнистых включений, что, в целом, определяет качество минеральной ваты. [3,4]

Существуют три основных разновидности промышленных способов переработки расплава в волокно: дутьевой, механический и комбинированный. При всех способах первоначально струя расплава разделяется на частицы (струйки) центробежными или гравитационными силами, а окончательно волокна образуются действием одного из видов энергоносителя. [1,2] Независимо от способа получения минеральная вата должна удовлетворять требованиям ГОСТ 4640-2011. Вата минеральная. Технические условия. [8]

Основными свойствами минеральной ваты являются: высокая пористость, малая средняя плотность, низкий коэффициент теплопроводности, высокая паропроницаемость, а также несгораемость, биостойкость, устойчивость к воздействию химических веществ, высокие звукоизолирующие свойства, незначительная усадка, долговечность, экологичность. Это делает ее применение более предпочтительным в строительных конструкциях, рассчитанных на долгий срок службы.

Общие требования к проведению испытаний - по ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. [7]

Определение показателей качества минеральной ваты

Цель работы: Изучение стандартных методов испытания минеральной ваты. Приобретение навыков работы с используемыми приборами и умений анализировать полученную информацию.

Продолжительность работы – 8 часов.

Методика проведения работы

1 Определение среднего диаметра волокон минеральной ваты

Приборы и материалы: микроскоп, предметные и покровные стекла, сушильный шкаф, пинцет, ножницы, иголка, минеральная вата.

Диаметр волокон минеральной ваты определяют с помощью микроскопа при увеличении в 450-720 раз. Для определения линейных размеров предметов, рассматриваемых с помощью микроскопа, в окуляр устанавливается линза с делениями (линеечка). Цену деления предварительно определяют по объект-микрометру, на стекле которого нанесена шкала с делением через 0,01 мм. Объект-микрометр устанавливают в зажимы предметного столика микроскопа. С помощью регулировочных винтов добиваются такой установки микроскопа, при которой получается отчетливое изображение делений объект-микрометра и линейки окуляра, наложенных друг на друга, и определяют цену деления линейки Ц в мкм. Для этого на условном интервале А, границы которого определяются совпадением делений объект-микрометра N и линейки n, цену деления линейки Ц (мкм) определяют по формуле:

$$Ц = \frac{0,01 N \cdot 1000}{n}$$

Препараты готовят из пучков волокон, отобранных из различных мест пробы материала. Из каждого отобранного пучка ваты готовят один препарат, содержащий не менее 100 волокон. Пучок волокон берут пинцетом и ножницами обрезают один из его концов на расстоянии около 5 мм от пинцета. Затем делают второй срез ближе к пинцету на расстоянии 2-3 мм от первого таким образом, чтобы срезанные кусочки волокон расположились по середине предметного стекла. Рядом с ними на стекло наносят каплю 5% -ного раствора кедрового или пихтового бальзама, либо канифоли в этиловом спирте. Затем, наблюдая через микроскоп, отрезанные кусочки переносят в каплю и равномерно одним слоем распределяют на предметном стекле. Препараты выдерживают в течение 20-30 мин в сушильном шкафу при температуре 70°C -105 °C, затем препарат охлаждают до температуры $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Остывший препарат устанавливают в препаратодитель столика микроскопа. На середину препарата с приклеенными волокнами наносят 2-3 капли глицерина и сверху плотно прикладывают покровное стекло. Излишек глицерина удаляют фильтровальной бумагой. Затем включают освещение и движением ручек препаратодителя добиваются совмещения центра препарата с оптической осью микроскопа. Измерения начинают с волокна, расположенного наиболее близко к центру поля зрения. Движением одной ручки препаратодителя волокно переводят в центр поля зрения. Вращением столика микроскопа ориентируют волокно в поле зрения вертикально.

Производят измерение диаметра волокна в делениях окуляра микрометра. Записывают результат. Возвращают столик микроскопа в исходное положение. Передвигают препарат до появления второго волокна в центре поля зрения и повторяют все вышеперечисленные приемы измерения. Затем движением ручки препаратодителя добиваются появления в поле зрения последующих волокон, которые все подряд без пропуска измеряют в точке пересечения их с центром поля зрения независимо от того, попадают ли в эту точку искривленные, утолщенные или утонченные участки волокон.

Средний диаметр D_c (мкм) рассчитывают по формуле:

$$D_c = d \cdot Ц, \quad (1)$$

где d – средний диаметр волокон в делениях окуляра – микрометра;

$Ц$ – цена деления окуляра – микрометра, мкм.

Средний диаметр волокон материала вычисляют с погрешностью до 1 мкм как среднее арифметическое значение измерений 100 волокон.

2 Измерение содержания «корольков»

«Корольки» представляют собой застывшие при раздуве капли расплава на волокнах ваты. «Корольки» ухудшают свойства минеральной ваты, увеличивают ее плотность и коэффициент теплопроводности.

Приборы и материалы: весы лабораторные, муфельная печь, сито № 025, образцы минеральной ваты.

В соответствии с ГОСТ 17177-94 содержание в минеральной вате «корольков» размером свыше 0,25 мм определяют на специальном приборе, который представляет собой лабораторный гранулятор с числом оборотов вала 120 об/мин.

Ввиду отсутствия в лаборатории этого прибора, определение содержания «корольков» согласно ГОСТ 17177-94 допускается производить следующим образом.

Отбирают три навески ваты массой (50 ± 1) г каждая. Прокаливают в электропечи при температуре (600 ± 50) °С в течение 30 мин. Охлаждают до комнатной температуры. Затем помещают навеску на сито № 025 и резиновой пробкой диаметром 20-25 мм осторожно растирают. Волокна проходят через сито, а «корольки» остаются. Остаток на сите взвешивают.

Содержание «корольков» С в (%) рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m_1 – остаток на сите № 025, г;

m - масса навески, г.

Содержание «корольков» вычисляют как среднее арифметическое по результатам трех определений.

Результаты определения заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты определения содержания «корольков» в минеральной вате

Показатели	Обозначение	Ед. измерения	Проба №1	Проба №2	Проба №2
Масса навески	m	г			
Остаток на сите № 025	m_1	г			
Содержание «корольков»	C	%			
Содержание «корольков», среднее значение	$C_{ср}$	%			

3 Определение содержания органических веществ

Приборы и материалы: электропечь, сушильный шкаф, весы, фарфоровый тигель, эксикатор, хлористый кальций.

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

Тигель с пробой помещают в камерную электропечь и при температуре (600 ± 10) °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:

$$Z_0 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \cdot 100\%, \quad (3)$$

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.

Результат испытания округляют до 0,1 % и заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения содержания органических веществ в минеральной вате

Показатели	Обозначение	Ед. измерения	Проба №1	Проба №2	Проба №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	%			
Содержание органических веществ (связующих)	Z_0	%			
Содержание органических	$Z_{ср}$	%			

Показатели	Обозначение	Ед. измерения	Проба №1	Проба №2	Проба №2
веществ (связующих), среднее					

4 Определение плотности минеральной ваты

Приборы и материалы: сушильный электрошкаф, весы, прибор для определения плотности рыхлых волокнистых материалов (рисунок 1), испытываемый материал: минеральная вата.

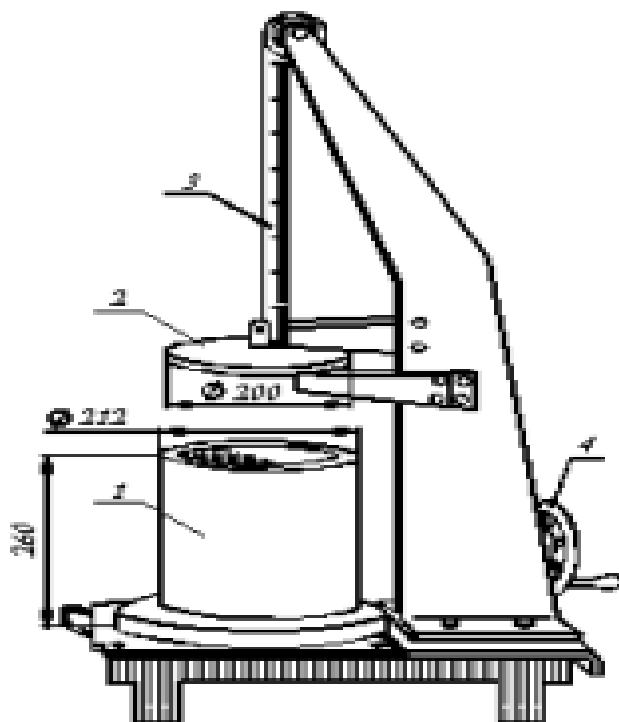
Пробу материала массой (500±10) г взвешивают на технических весах и укладывают горизонтальными слоями в цилиндр 1 (рисунок 1). На материал опускают при помощи подъемного устройства 4 металлический диск 2, массой 7 кг, что соответствует давлению 2 кПа (0,02 кгс/см²). Вату выдерживают под нагрузкой в течение 5 мин. Через 5 минут высоту h сжатого слоя материала в цилиндре определяют по шкале 3, находящейся на стержне, с погрешностью не более 0,5мм. [8].

Объем ваты V (м³), под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см²) вычисляют в см³ по формуле:

$$V = \pi R^2 \cdot h, \quad (4)$$

где R - радиус цилиндра, см;

h - высота сжатого слоя материала в цилиндре, см.



1- цилиндр; 2 – металлический диск; 3 – шкала; 4 – подъемное устройство.

Рисунок 1 – Прибор для определения плотности минеральной ваты

Плотность ваты $\rho_{\text{ср}}$ (г/см³), под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см²) вычисляют по формуле:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m}{V \cdot 1 + 0,01W}, \quad (5)$$

где m - масса рыхлого волокнистого материала, г;

V - объем, занимаемый материалом в приборе под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02кгс/см²), см³;

W - влажность материала, %.

Плотность ваты вычисляют как среднее арифметическое пяти измерений.

Результаты испытаний заносят в таблицу 3 и делают вывод о марке теплоизоляционного материала.

Таблица 3 – Результаты определения средней плотности минеральной ваты

Показатели	Обозначение	Ед. измерения	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5
Масса минеральной ваты	m	г					
Высота сжатого слоя	h	см					
Радиус цилиндра	R	см					
Объем материала	V	см ³					
Влажность материала	W	%					
Средняя плотность ваты	ρ_m	г/см ³					
$\rho_m * 1000$		кг/м ³					
Марка минеральной ваты							

5 Определение влажности

Влажность резко ухудшает теплоизоляционные свойства минеральной ваты, объясняется это тем, что теплопроводность воздуха и воды отличаются друг от друга примерно в 20 раз, поэтому определение влажности является одним из основных испытаний.

Испытание производится путем испарения влаги из минеральной ваты в лабораторном сушильном шкафу.

Приборы и материалы: сушильный шкаф, весы лабораторные, обеспечивающие взвешивание материалов с погрешностью не более 0,1 г, фарфоровые тигли, эксикатор, кальций хлористый плавленый.

Проведение испытания.

Общая проба минеральной ваты должна быть не менее 15 г и состоять из трех навесок по $5,0 \pm 0,1$ г каждая.

Отобранную пробу материала помещают в предварительно высушенный и взвешенный тигель и взвешивают с точностью до 0,1 г. Затем тигель с пробой помещают в сушильный шкаф, и высушивают пробу до постоянной массы при температуре 105 ± 5 °С. После высушивания перед каждым повторным взвешиванием стаканчик или тигель с пробой охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием. Содержание влаги в материале W , % вычисляют с погрешностью до 0,1 % по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m}{m - m_2} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где m_1 – масса тигля с навеской влажного материала, г;

m – масса тигля с высушенным материалом, г;

m_2 – масса пустого тигля, г.

Затем определяется по результатам трех опытов среднее арифметическое значение влажности минеральной ваты. Результаты определения заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты определения влажности минеральной ваты

Показатели	Обозначение	Ед. измерения	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Масса тигля с навеской влажного материала	m_1	г			
Масса тигля с высушенным материалом	m	г			
Масса пустого тигля	m_2	г			
Влажность	W	%			
Влажность средняя	W_{cp}	%			

По полученным данным устанавливается тип и марка минеральной ваты, делается заключение о соответствии требований ГОСТ 4640-2011 (см. приложение А).

Вывод: В результате выполненной лабораторной работы произведена оценка качества минеральной ваты и было установлено, что.....

6 Контрольные вопросы

- 1 Сырьевые материалы для получения минеральной ваты.
- 2 Типы плавильных агрегатов.
- 3 Способы раздува расплава в волокно.
- 4 Связующие вещества в минераловатном производстве.
- 5 Способы нанесения связующих.
- 6 Основные свойства минеральной ваты.
- 7 Виды минераловатных изделий.

Список использованных источников

1 Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий: учеб. для вузов / Ю. П. Горлов. - М: Высш. шк., 1989. - 383 с: ил. - Библиогр.: с. 381. - ISBN 5-06-000155-5.

2 Горяйнов, К. Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий: учеб. для вузов / К. Э. Горяйнов, С. К. Горяйнова. - М: Стройиздат, 1982. - 376 с.

3 Жуков, А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Часть 1. Теплоизоляционные материалы. Производство теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие/ А.Д. Жуков - М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 432 с. - Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=26866> .

4 Игнатова, О.А. Технология изоляционных строительных материалов и изделий. В 2 ч. Ч. 2. Тепло- и гидроизоляционные материалы и изделия: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / О. А. Игнатова. - М: Издательский центр «Академия», 2012. - 288 с. (Сер. Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-6592-2

5 Пухаренко, Ю.В. Определение показателей качества теплоизоляционных материалов и изделий. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.В Пухаренко, И.У. Аубакирова. - СПб гос. архит.-строит. ун-т. - СПб, 2010. - 31 с.

6 Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы на строительные материалы и изделия. Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций. Теплоизоляционные, звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы [Электронный ресурс]: Сборник нормативных актов и документов. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 422 с. - Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=30257>.

7 ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. - Введ. 1996-31-03. Дата последнего изменения: 2018-10-04. - Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/27900/>

8 ГОСТ 4640-2011 Вата минеральная. Технические условия. Методы испытаний. - Введ. 2012-01-07. Дата последнего изменения: 2018-12-09.- Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/51410>

9 ГОСТ Р ЕН 823-2008 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Методы измерения толщины. - Введ. 2008-05-11. - Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/gost_r_en_8232008_izdeliya_tep.html

10 ГОСТ Р ЕН 1604-2008 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения стабильности размеров при заданной температуре и влажности. - Дата введения 2009-07-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200067578>

Приложение А (обязательное)

Справочные данные по минеральной вате

Вата по физико-механическим и теплофизическим показателям должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические и теплофизические показатели ГОСТ 4640-2011[8]

Наименование показателя	Значение показателя для марки		
	ВМ-35	ВМ-50	ВМ-70
Плотность, кг/м ³ , не более	35	50	70
Модуль кислотности, не менее	2,0	1,6	1,4
Водостойкость, рН, не более	3,5	4,0	4,0
Средний диаметр волокна, мкм, не более	3	6	8
Содержание неволокнистых включений размером св. 0,25 мм, % по массе, не более	8	12	16
Теплопроводность*, Вт/(м·К), не более, при температуре:			
283 К (10 °С)	0,038	0,037	0,036
298 К (25 °С)	0,040	0,039	0,038
398 К (125 °С)	0,070	0,065	0,050
573 К (300 °С)**	-	-	0,120
Влажность, % по массе, не более	1,0	1,0	1,0
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2,0	1,5	1,5
* Определяют для товарной ваты.			
** Определяют методом экстраполяции.			