

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет»

Кафедра строительных материалов

Теплоизоляционные материалы

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Строительные материалы» студентами
всех форм обучения по направлению 270100.62 - «Строительство»

Нижний Новгород

ННГАСУ

2014

УДК691.12 691.175 691.332.5 691.327.332 691.691.327.333
691.618.93 691-405.8

Теплоизоляционные материалы. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Строительные материалы» студентам всех форм обучения по направлению 270100.62–«Строительство».–Н.Новгород: ННГАСУ, 2014.–25 с.

Методические указания предназначены для проведения учебной лабораторной работы по дисциплине «Строительные материалы» студентами второго курса. В методических указаниях приведена классификация и общие сведения о теплоизоляционных материалах, а также методика проведения лабораторной работы.

Таблица – 1

Составители: А.В.Исаев

А.А. Мольков

Рецензент: доцент, к.т.н. В.Т.Никулин

© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Классификация теплоизоляционных материалов.....	6
2 Цель работы и общие указания по выполнению работы	9
3 Номенклатура и основные свойства теплоизоляционных материалов	9
Литература	22

Введение

Теплоизоляционными называются строительные материалы, которые имеют плотность (среднюю или насыпную) в сухом состоянии (ρ) не более 500 кг/м^3 и малую теплопроводность – не более $0,175 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ и применяются для изоляции строительных конструкций зданий и сооружений, тепловых и холодильных установок и трубопроводов.

Тепло через конструкцию передаётся, в общем случае, тремя способами: конвекцией, теплопроводностью и излучением.

При конвекции тепло передаётся за счёт движения вещества (жидкого или твёрдого), чаще всего – воздуха в порах, пустотах материала или воздушных прослойках конструкций. Доля теплопередачи за счёт конвекции уменьшается с уменьшением свободного объёма, занимаемого этим веществом, и в мелкопористых материалах с замкнутыми порами стремится к нулю. Поэтому теплопроводность материала зависит не только от общего объёма пор (интегральной пористости), но и от их размеров (дифференциальной пористости).

Теплопроводность осуществляется за счёт передачи кинетической энергии между соседними молекулами или атомами вещества. Теплопроводность зависит как от природы материала (атомно-молекулярного строения), так и от структуры материала. Например, известно, что вещество в кристаллическом состоянии лучше проводит тепло, чем в аморфном или стеклообразном. Также теплопроводность увеличивается с ростом температуры материала. При отсутствии пор теплота передаётся только теплопроводностью.

Доля теплопередачи излучением зависит от природы материала, строения поверхностей (как излучающей, так и воспринимающей излучение),

расстояния между поверхностями, а также от температуры. С увеличением последней теплопередача излучением растёт очень быстро. В вакууме теплопередача может осуществляться только излучением.

Газы, в том числе воздух, в неподвижном состоянии обладают весьма низкой теплопроводностью по сравнению с жидкостями и твёрдыми веществами. Коэффициент теплопроводности воздуха при 20 °С составляет 0,0232 Вт/(м·К). Поэтому все теплоизоляционные материалы – это высокопористые вещества с пористостью (50 – 98) %.

В реальных условиях эксплуатации материалы практически никогда не бывают абсолютно сухими. Вода обладает относительно высоким коэффициентом теплопроводности – 0,5 Вт/(м·К), что более чем в 20 раз больше, чем у воздуха. Проникая в материал, вода замещает воздух, и средняя теплопроводность материала существенно возрастает. Поэтому теплоизоляционные материалы при транспортировании и эксплуатации должны быть тщательно защищены от увлажнения.

Номенклатура современных теплоизоляционных материалов весьма разнообразна. Их классификация и основные виды представлены в разделах 1 и 2 настоящих «Методических указаний ...».

В настоящих «Методических указаниях ...» не приводятся сведения о технологии изготовления теплоизоляционных материалов, т.к. с большинством из них студенты знакомятся в более ранних разделах курса строительных материалов.

В разделе 3 приведены общие указания по выполнению лабораторной работы студентами.

1 Классификация теплоизоляционных материалов

1.1 Теплоизоляционные материалы и изделия, в соответствии с ГОСТ 16381 [1], подразделяют по следующим основным признакам.

По виду основного исходного сырья материалы и изделия подразделяют на:

- неорганические;
- органические.

Изделия, изготовленные из смеси органического и неорганического сырья, относят к неорганическим, если количество последних в смеси превышает 50% по массе.

По форме материалы и изделия подразделяют на:

- рыхлые (минеральная и другие виды ваты, пористые заполнители и др.);
- плоские (плиты, маты, войлок и др.);
- фасонные (цилиндры, полуцилиндры, сегменты и др.);
- шнуровые.

По структуре материалы и изделия подразделяют на:

- волокнистые;
- ячеистые;
- зернистые (сыпучие).

По содержанию связующего вещества материалы и изделия подразделяют на:

- содержащие связующее вещество;
- не содержащие связующее вещество.

Вне стандартной классификации оказались такие материалы, как теплоизоляционные мастики и обмазки, "монтажная пена" – полиуретановая

композиция, вспенивающаяся на выходе из баллона и отверждающаяся при контакте с влажным воздухом и предназначенная для теплоизоляции и герметизации монтажных швов, стыков некоторых строительных изделий и конструкций, и некоторые другие материалы.

По возгораемости (горючести) материалы и изделия подразделяют на:

- несгораемые;
- трудносгораемые;
- сгораемые.

Следует отметить, что приведённая традиционная классификация материалов по возгораемости (горючести) не соответствует классификации по техническому регламенту «О требованиях пожарной безопасности» [2], имеющему статус закона Российской Федерации. В соответствии с указанным регламентом строительные материалы по горючести подразделяются на негорючие (НГ) и горючие, в т.ч.:

- Г1 (слабогорючие);
- Г2 (умеренногорючие);
- Г3 (нормальногорючие);
- Г4 (сильногорючие);

по воспламеняемости подразделяются на три группы:

- В1 (трудновоспламеняемые);
- В2 (умеренновоспламеняемые);
- В3 (легковоспламеняемые);

по распространению пламени по поверхности подразделяются на четыре группы:

- РП1 (нераспространяющие);
- РП2 (слабораспространяющие);

- РПЗ (умереннораспространяющие);
- РП4 (сильнораспространяющие).

Плотность (насыпная для зернистых материалов и средняя для прочих) является одним из важнейших технических показателей теплоизоляционных материалов, т.к. от неё во многом зависят и теплопроводность, и прочностные свойства. Поэтому материалы подразделяют на марки по плотности в сухом состоянии от 15 до 500, обозначаемые, обычно, буквой D. Для конкретных видов материалов нормативными документами устанавливаются свои диапазоны и номенклатура марок в указанных пределах.

К сожалению, в разных стандартах подход к понятию "марка" различен. Например, в ряду D150 – D200 – D250 марка D200 может означать, что фактическая плотность материала находится в пределах (151 – 200) кг/м³, а может – (176 – 225) кг/м³.

ГОСТ 31309 [3] отменил действие ГОСТ 16381 в части материалов на основе минеральных волокон для ограждающих конструкций зданий и сооружений. ГОСТ 31309 предусматривает два вида материалов – плиты и маты. Различают плиты и маты с облицовкой (покрытием) и без неё, на органическом или неорганическом связующем.

В зависимости от условий эксплуатации в строительной конструкции плиты и маты могут предназначаться для использования в ненагружаемой или нагружаемой тепловой изоляции.

По назначению теплоизоляционные материалы различают:

- строительные теплоизоляционные – для теплоизоляции наружных стен, покрытий, подвальных и чердачных перекрытий;
- для теплоизоляции горячих поверхностей – печей, сушил, автоклавов, паровых котлов, горячих трубопроводов и т.п.;
- для предотвращения потерь холода – в холодильных установках.

Назначение и область применения теплоизоляционных материалов определяется, главным образом, их максимальной температурой применения, прочностными и деформативными свойствами. Немаловажными факторами являются также их долговечность, пожароопасность, санитарная опасность, технологичность применения и стоимость.

2 Цель работы и общие указания по её выполнению

2.1 Целью работы является ознакомление студентов с основными видами теплоизоляционных материалов, их структурой, основными свойствами и областью применения в строительстве.

2.2 Работа заключается в ознакомлении студентов с коллекцией теплоизоляционных материалов кафедры строительных материалов.

Работа, как правило, проводится всей подгруппой.

Студенты должны классифицировать и охарактеризовать предложенные преподавателем теплоизоляционные материалы из коллекции. Результаты записываются в журнал лабораторных работ в таблицу, форма которой приведена в таблице 2.1.

3 Номенклатура и основные свойства теплоизоляционных материалов

3.1 Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия

3.1.1 Наиболее распространёнными теплоизоляторами являются материалы и изделия на основе минеральных и стеклянных волокон. Они состоят из искусственных волокон диаметром (0,5–12) мкм и длиной до 60 мм.

Таблица 2.1 – Основные свойства и область применения теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Классификация по			Основные характеристики		Свойства		Область применения
	виду сырья	структуре	форме	плотность, кг/м ³	коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	положительные	отрицательные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

В минеральной и стеклянной вате отсутствует связующее, имеется лишь так называемый замасливатель в количестве до 1 % по массе, улучшающий сцепление между собой волокон. На минеральную вату распространяется стандарт [4].

Минеральная и стеклянная вата относятся к группе рыхлых материалов. Их плотность составляет (30 – 70) кг/м³, коэффициент теплопроводности при 25 °С – (0,036 – 0,040) Вт/(м·К). Температура применения – до 700 °С, отдельных видов минеральной ваты, например, базальтовой, – до 1000 °С.

Минеральная и стеклянная вата сильно сжимаются даже под небольшой нагрузкой, со временем слёживаются, поэтому «в чистом виде» применяются редко. Из минеральной и стеклянной ваты изготавливают маты, плиты, фасонные изделия – цилиндры, полуцилиндры и сегменты. Кроме того, минеральные и стеклянные волокна используются в качестве наполнителей в теплоизоляционных мастиках, например, битумных.

Маты прошивные из минеральной ваты по ГОСТ 21880 [5] без обкладочного материала или с обкладками (облицовкой) из металлической сетки (обозначение МС), базальтовой ткани (БТ), кремнезёмистой ткани (КТ), стеклоткани (СТ), сеток из стекловолокна (ССТ) или базальтового волокна (СБ), нетканого стекловолокнистого холста (ХНС), алюминиевой фольги (Ф) представляют собой гибкие плоские изделия шириной (500 – 1000) мм толщиной (40 – 120) мм и поставляются, обычно, свёрнутыми в рулоны. Содержание связующего в них не превышает 2 %. Средняя плотность матов (25 – 125) кг/м³, коэффициент теплопроводности при 25 °С (0,036 – 0,042) Вт/(м·К). Предельная температура применения составляет 450 °С для марок ССТ, СБ и ХНС, 300 °С – для марки Ф и 700 °С – для остальных.

Маты из минеральной ваты вертикально-слоистые по ГОСТ 23307 [6] отличаются от предыдущих тем, что состоят из полос, вырезанных из минераловатных плит и наклеенных на защитно-покровный материал так, что волокна располагаются преимущественно перпендикулярно защитно-покровному слою. Выпускаются марок по плотности D75 и D125. Коэффициент теплопроводности составляет (0,047 – 0,053) Вт/(м·К). Предельная температура применения 300 °С.

Маты применяются, главным образом, для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов, а также в щитовых конструкциях деревянных сборно-разборных зданий.

Плиты минераловатные на синтетическом связующем по ГОСТ 9573 [7] и другим нормативно-техническим документам выпускают марок по плотности 40 – 300, длиной (500 – 2000) мм, шириной (400 – 1000) мм, толщиной (20 – 200) мм. Плиты подразделяют на мягкие – ПМ, полужёсткие – ПП, жёсткие – ПЖ, повышенной жёсткости – ППЖ и твёрдые – ПТ. Их коэффициент теплопроводности при температуре 25 °С составляет (0,040 – 0,046) Вт/(м·К). Содержание связующего составляет (2,5 – 10) % по массе.

Мягкие, полужёсткие и жёсткие плиты марок 40 – 140 могут применяться для тепловой изоляции оборудования с температурой поверхности до 400 °С и в качестве ненагруженной тепловой изоляции в строительных конструкциях. Плиты повышенной жёсткости и твёрдые марок 160 – 300 допускается применять в качестве тепловой изоляции строительных конструкций, подвергающейся нагрузке, и для тепловой изоляции оборудования с температурой изолируемой поверхности до 400 °С при применении ППЖ. Для твёрдых плит максимальная температура применения ограничивается, исходя из результатов испытаний конкретной продукции.

Параллельно с указанным выше стандартом [7] действует более старый ГОСТ 22950 [9] на **плиты минераловатные повышенной жёсткости на синтетическом связующем**. Их отличает повышенный расход связующего до 10 % и меньшая сжимаемость – уменьшение толщины на 10 % должно происходить при нагрузке не менее (0,045 – 0,100) МПа. Их плотность должна быть (160 – 225) кг/м³. Теплопроводность при 25 °С составляет (0,049 – 0,053) Вт/(м·К).

Плиты относятся к группе горючести Г2, их предельная температура применения зависит от вида связующего и не превышает 100 °С.

Плиты предназначаются для тепловой изоляции ограждающих строительных конструкций, в том числе нагружаемых, в условиях, исключающих прямой контакт плит с воздухом внутри помещений.

Сходными с минераловатными изделиями свойствами и областью применения обладают **маты и плиты из стеклянной ваты**, выпускаемые по ГОСТ 10499 [8], но предельная температура применения их – 180 °С.

Крупные производители выпускают аналогичную продукцию по фирменным стандартам или техническим условиям. На российском рынке широко представлены маты (как прошивные, так и непрошивные), плиты из минеральной и стеклянной ваты торговых марок Rockwool, URSA, Knauf, Paroc, Изорок, Isover и др. Характеристики такой продукции могут отличаться от требований национальных стандартов, например, выпускаются плиты марок 25 и 35.

Плиты минераловатные на битумном связующем по ГОСТ 10140 [10] имеют меньшее распространение, чем на синтетических связующих. Они выпускаются марок по плотности 75 – 250. Содержание связующего в них составляет (3 – 15) %, коэффициент теплопроводности (0,042 – 0,058) Вт/(м·К).

Битумное связующее предопределяет невысокую предельную температуру применения плит – 60 °С. В остальном их область применения такая же, что и у плит на синтетическом связующем.

Цилиндры и полуцилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем по ГОСТ 23208 [11] предназначены для тепловой изоляции трубопроводов, причём внутренний диаметр изделия (18 – 219) мм должен соответствовать наружному диаметру трубы. Изделия либо формируют, либо вырезают из толстых плит. Толщина стенок составляет (40 – 80) мм. Плотность цилиндров и полуцилиндров должна находиться в пределах (75 – 225) кг/м³, теплопроводность при 25 °С (0,045 – 0,052) Вт/(м·К). Предельная температура применения (100 – 400) °С.

Разновидностью минерало- и стекловатных изделий являются также следующие специализированные материалы, предназначенные для тепловой изоляции горячих поверхностей: **базальтовый войлок, муллитокремнезёмистые вата, войлок и фетр** по ГОСТ 23619 [12].

3.1.2 Теплоизоляционные **ячеистые бетоны (пенобетоны, газобетоны и газопенобетоны)** выпускаются марок по средней плотности D200 – D500 классов по прочности при сжатии B0,35 – B2. Теплопроводность ячеистых бетонов составляет (0,048 – 0,120) Вт/(м·К). Из них, главным образом, изготавливают стеновые блоки небольших размеров, например, 190 × 190 × 390 мм, реже – монолитные стены и теплоизоляционные слои и стяжки в полах и кровлях. Также из ячеистых бетонов можно изготавливать полуцилиндры для тепловой изоляции трубопроводов.

Изделия из ячеистых бетонов нельзя применять без специальных мероприятий во влажных условиях (при относительной влажности воздуха 65 % и более).

3.1.3 **Искусственные пористые заполнители в виде щебня, гравия**

и песка применяются при изготовлении лёгких бетонов и мастик на различных вяжущих веществах или в качестве теплоизоляционных засыпок в полах, кровлях, редко – в стенах.

Наиболее распространённым пористым заполнителем является керамзит (минимальная марка по насыпной плотности 250), известны также вспученные перлит и вермикулит (минимальная марка по насыпной плотности 50), а также в среднем более тяжёлые аглопорит, шлаковая пемза, шунгизит и другие.

Искусственные пористые заполнители получают вспучиванием при обжиге специально приготовленной сырьевой смеси (керамзит), измельчённой горной породы (вспученные перлит и вермикулит, шунгизит) или быстрым охлаждением водой или паром струи расплава (шлаковая пемза).

Коэффициент теплопроводности таких засыпок составляет от 0,047 до 0,15 Вт/(м·К). Например, коэффициент теплопроводности засыпки составляет, Вт/(м·К):

- из вспученного перлита – 0,07 – 0,09;
- из керамзитового гравия – 0,01 – 0,14.

3.1.4 Теплоизоляционные **лёгкие бетоны** – лёгкие бетоны на пористых заполнителях марок по средней плотности от D150 до D500.

К «лёгким» (с точки зрения плотности) бетонам можно также отнести полистиролбетон, арболит и его разновидность – фибролит. В первом заполнителем служит гранулированный пенополистирол, во втором – материалы растительного происхождения – древесная дроблёнка, стебли тростника, хлопчатника и т.п., в фибролите – древесная шерсть. Соотношение между массой органического заполнителя и неорганических компонентов в арболите близко к единице, поэтому некоторые арболиты могут относиться к органическим материалам.

Коэффициент теплопроводности таких бетонов составляет (0,05 – 0,16) Вт/(м·К)

3.1.5 Ячеистое стекло (пеностекло) изготавливают в виде плит или гравия (последний относится к пористым заполнителям). Плотность пеностекляных плит, обычно, не превышает 250 кг/м³, теплопроводность – не более 0,095 Вт/(м·К). Пеностекло обладает довольно высокими прочностью и водостойкостью; предельная температура применения (300 – 400) °С.

Пеностекло имеет довольно широкую область применения: может применяться в строительных конструкциях, для теплоизоляции промышленного оборудования и транспортных средств, в качестве звукопоглощающего материала.

3.1.6 Материалы на основе асбеста. Асбест – группа минералов класса силикатов, имеющих волокнистое строение. Довольно гибкие волокна асбеста представляют собой свёрнутые в толстостенные трубки (наружный диаметр примерно 20 нм) кристаллы. В строительстве применяется только хризотил-асбест.

При измельчении – «распушке» асбест распадается на отдельные пучки волокон, обладающие довольно хорошими теплоизоляционными свойствами, а также высокой прочностью на растяжение и огнеупорностью – температура плавления не менее 1450 °С.

На основе асбестовых волокон изготавливают:

–**совелитовые изделия** – главным образом, плиты, получаемые формованием смеси из каустического доломита или каустического магнезита и асбеста. Марки по плотности D350, D 400, D500, коэффициент теплопроводности (0,079 – 0,095) Вт/(м·К);

–**вулканитовые изделия** – плиты, полуцилиндры, сегменты, получаемые формованием смеси из диатомита, извести и асбеста. Марки по плот-

ности D300, D350, коэффициент теплопроводности (0,072 – 0,082) Вт/(м·К);

– **изделия известково-кремнезёмистые** по ГОСТ 24748 [13]: плиты, полуцилиндры, сегменты, получаемые формованием с последующей автоклавной обработкой сырьевой смеси из кремнезёмистого компонента (диатомита, трепела, кварцевого песка), извести и асбеста. Марки по плотности 200 и 225, коэффициент теплопроводности не более (0,058 – 0,065) Вт/(м·К). Вулканитовые и известково-кремнезёмистые изделия в настоящее время практически не выпускаются;

– **асбестовые шнуры**. Средняя плотность шнуров – (200 – 400) кг/м³, коэффициент теплопроводности (0,11 – 0,15) Вт/(м·К).

Перечисленные выше изделия обладают относительно невысокой прочностью, особенно при увлажнении.

За рубежом во многих странах применение любой разновидности асбеста запрещено из-за отрицательного влияния на лёгкие человека, хотя в России, Китае и некоторых других странах отрицательное влияние хризотил-асбеста считается недоказанным.

3.1.7 Теплоизоляционные материалы на основе полых стеклянных и керамических микросфер – ПСМС или ПСКС.

Микросферы со средним диаметром (10 – 200) мкм имеют толщину стенок (1 – 10) мкм. Такое строение обеспечивает весьма низкую их теплопроводность. Насыпная плотность (50 – 500) кг/м³.

Полые микросферы могут применяться в лёгких и ячеистых бетонах; в сочетании с акриловым связующим они позволяют получать весьма эффективные теплоизоляционные композиции, в том числе декоративные, наносимые на изолируемые поверхности в жидком виде.

Литературные данные о теплоизоляционных свойствах таких материалов весьма противоречивы. Одна из акриловых композиций с полыми микросферами, исследованных на кафедре строительных материалов ННГАСУ, при средней плотности в затвердевшем состоянии около 200 кг/м^3 имела коэффициент теплопроводности $0,054 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

3.2 Органические теплоизоляционные материалы и изделия

3.2.1 Газонаполненные пластмассы

Газонаполненные пластмассы являются одними из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов и широко применяются в строительстве. По структуре их подразделяют на:

- пенопласты, имеющие закрытые поры;
- поропласты, имеющие открытые, сообщающиеся между собой поры, но на практике термин «поропласты» используется редко, и любые газонаполненные пластмассы называют пенопластами. Пористость таких пластмасс может достигать 98 %, средняя плотность 7 кг/м^3 , а коэффициент теплопроводности $0,026 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Большинство газонаполненных пластмасс обладает высокой водостойкостью, биостойкостью, они легко режутся и крепятся к основанию.

Общими недостатками газонаполненных пластмасс являются низкая теплостойкость, пожароопасность и склонность к старению (постепенному саморазрушению), особенно под действием ультрафиолета.

Пенополистирол производится в виде плит и в виде гранул диаметром (5 – 20) мм.

Плиты из пенополистирола изготавливают одним из трёх основных способов:

– беспрессовым по ГОСТ 15588 [14] и другим нормативно-техническим документам. Изделия получают в силовых формах из суспензионного вспенивающегося полистирола. Марки по средней плотности D 15 – D50, коэффициент теплопроводности (0,035 – 0,050) Вт/(м·К);

– экструзионным, при котором вспененная масса выдавливается через прямоугольное отверстие – фильеру. Плотность экструдированного пенополистирола составляет (20 – 45) кг/м³, коэффициент теплопроводности (0,027 – 0,037) Вт/(м·К). Отличается пониженным водопоглощением и паропроницаемостью;

– прессовым, при котором сначала прессуются заготовки из смеси эмульсионного полистирола с газообразователем – порофором, которые затем вспениваются. Прессовый пенополистирол может иметь плотность в широких пределах от 30 до 220 кг/м³ и более, теплопроводность (0,03 – 0,05) Вт/(м·К).

Плиты из пенополистирола предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций при отсутствии контакта плит с внутренними помещениями, а также промышленного оборудования.

Пенополиуретаны(одна из разновидностей – **поролон**), получаемые из полиэфиров и полиизоцианатов с добавками антипиренов. Из пенополиуретана изготавливают теплоизоляционные плиты для строительных ограждающих конструкций, промышленного оборудования, в том числе морозильных установок, полуцилиндры («скорлупы»). Также применяется в виде «напыляемой изоляции», наносимой на изолируемую поверхность в жидком виде. Нанесённая масса быстро вспенивается и отверждается.

Широкое распространение получили однокомпонентные пенополиуретаны, известные как «**монтажная пена**», предназначенные для герметизации стыков, швов в различных строительных конструкциях.

Пенополиуретаны при плотности (15 – 150) кг/м³ обладают низкой теплопроводностью (0,025 – 0,035) Вт/(м·К) и могут применяться в диапазоне температур от минус 50 °С до + 140 °С.

Многие виды пенополиуретановых материалов и изделий быстро разрушаются под действием солнечного света, поэтому могут применяться только внутри конструкций или должны защищаться от него непрозрачными покрытиями. Но некоторые виды пенополиуретанов, главным образом – напыляемая изоляция, могут эксплуатироваться на открытом воздухе до 25 лет.

Феноло-формальдегидные пенопласты применяются, в основном, для изготовления лёгких плит и панелей – «сэндвич-панелей», применяемых для ограждения промышленных зданий. Изготавливаются также теплоизоляционные плиты, например, на основе резольных феноло-формальдегидных смол по ГОСТ 20916 [15], предназначенные для тепловой изоляции покрытий зданий со стальными профилированными настилами и других видов ограждающих конструкций. Температура изолируемых поверхностей не должна превышать 130 °С.

Средняя плотность составляет (30 – 100) кг/м³ и более, теплопроводность (0,03 – 0,05) Вт/(м·К).

Феноло-формальдегидные пенопласты довольно дешёвы, но при эксплуатации, как правило, выделяют токсичные вещества – фенол и формальдегид, поэтому их применение не допускается в жилых и общественных зданиях.

Мочевино-формальдегидные (карбамидные) пенопласты («пеноизол», «мипора», «юнипор», «Меттэмпласт» и др.) изготавливаются методом вспенивания сжатым воздухом раствора отвердителя – ортофосфорной кислоты и пенообразователя и их последующим смешиванием с мочевино-формальдегидной смолой в пеногенераторе.

Средняя плотность таких пенопластов составляет (8 – 35) кг/м³, коэффициент теплопроводности – (0,035 – 0,047) Вт/(м·К). Они могут применяться при температуре от минус 50 °С до 120 °С.

Мочевино-формальдегидные пенопласты применяются для теплоизоляции строительных конструкций и промышленного оборудования как в виде плит, так и в качестве заливочной теплоизоляции (поэтому их иногда называют «жидким пенопластом»). Затвердевший, правильно изготовленный пенопласт практически не выделяет в атмосферу вредные вещества и может применяться в жилых зданиях, обладает высокой долговечностью. Мелкопористая структура обеспечивает мочевино-формальдегидному пенопласту хорошие звукопоглощающие свойства.

Недостатками мочевино-формальдегидных пенопластов являются довольно низкая прочность, хрупкость и большое водопоглощение (до 25 % по объёму).

Поливинилхлоридные пенопласты (винипласты) изготавливают из поливинилхлоридных смол прессовым методом, обладают замкнутой ячеистой структурой и низким водопоглощением. Выпускается плотностью (40 – 250) кг/м³ в виде плит, листов, длинных цилиндров – трубок с продольным надрезом, применяющихся для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования, труб. Широко применяются в авиа-, судостроении и автомобилестроении.

Поливинилхлоридные пенопласты имеют среднюю плотность (80 –

350) кг/м³ и теплопроводность (0,028 – 0,050) Вт/(м·К), могут применяться в диапазоне температур от минус 60 °С до 60 °С.

Пенополиэтилен («изолон», «пенофол», «пенолон», «вилатерм» и др.) широко применяется в технике и в значительно меньших объёмах – в строительстве. В строительстве применяется в виде листов, в т.ч. фольгированных (с покрытием из фольги или окрашенной в серебристый цвет плёнки), или в виде длинных цилиндров – трубок с продольным надрезом, соответственно, для теплоизоляции конструкций и труб. Так же, как и карбамидный пенопласт, обладает хорошими звукопоглощающими свойствами.

Материалы изготавливают методом экструзии.

Плотность полиэтилена, применяющегося в строительстве, составляет (20 – 80) кг/м³, коэффициент теплопроводности не превышает 0,039 Вт/(м·К).

3.2.2 Древесноволокнистые мягкие плиты (марок М1, М2, М3), выпускающиеся по ГОСТ 4598 [16], изготавливают методом горячего прессования массы, содержащей около 90 % волокон из расщеплённой неделовой древесины и отходов деревообработки, (7 – 9) % синтетических смол (фенолформальдегидных, мочевиноформальдегидных или др.) и различных добавок – гидрофобизирующих, антисептирующих, антипиренов.

Средняя плотность плит составляет (100 – 400) кг/м³, коэффициент теплопроводности (0,05 – 0,09) Вт/(м·К).

Плиты легко обрабатываются (режутся, сверлятся). Их применяют для тепловой изоляции некоторых строительных ограждающих конструкций: щитовых и каркасных стен, полов и покрытий зданий, для заполнения дверных блоков и т.п.

К недостаткам древесноволокнистых плит относятся горючесть, низкая водо- и биостойкость.

3.2.3 Утеплитель из полиэфирных (полиэстеровых) волокон (например, торговой марки ШелтерЭкоСтрой™) представляет собой рыхлый материал в виде ваты. Её получают за счёт того, что нагретые до размягчения волокна скрепляются между собой без применения клеящих веществ.

В среднем данный утеплитель легче минеральной и стеклянной ваты, его плотность в ненагруженном состоянии составляет примерно 10 кг/м³.

Полиэстер больше известен как утеплитель для верхней одежды и в строительстве начал применяться недавно.

3.2.4 «Эковата» из целлюлозных волокон представляет собой сыпучий материал в виде гранул, изготовленных из макулатуры с добавлением антисептиков и антипиренов. Рекомендуется в качестве засыпной теплоизоляции в каркасных ограждающих конструкциях для индивидуального жилищного строительства.

Эковата появилась на строительном рынке недавно, и точные данные о её свойствах, водостойкости, долговечности отсутствуют.

Насыпная плотность составляет (45 – 65) кг/м³, коэффициент теплопроводности, по данным изготовителей, примерно 0,042 Вт/(м·К).

Несмотря на добавки, эковата является горючим материалом.

Литература

1. ГОСТ 16381-77 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
2. Закон Российской Федерации Технический регламент "О требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ.
3. ГОСТ 31309-2005 Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия.
4. ГОСТ 4640-2011 Вата минеральная. Технические условия.
5. ГОСТ 21880-2011 Маты из минеральной ваты прошивные теплоизоляционные. Технические условия.
6. ГОСТ 23307-78 Маты теплоизоляционные из минеральной ваты вертикально-слоистые. Технические условия.
7. ГОСТ 9573-2012 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия.
8. ГОСТ 10499-95 Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна.
9. ГОСТ 22950-95 Плиты минераловатные повышенной жёсткости на синтетическом связующем. Технические условия.
10. ГОСТ 10140 -2003 Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия.
11. ГОСТ 23208-2003 Цилиндры и полуцилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем. Технические условия.
12. ГОСТ 23619-79 Материалы и изделия огнеупорные теплоизоляционные муллитокремнезёмистые стекловолокнистые. Технические условия.
13. ГОСТ 24748-2003 Изделия известково-кремнезёмистые теплоизоляционные. Технические условия.

14. ГОСТ 15588-86 Плиты пенополистирольные Технические условия.

15. ГОСТ 20916-87 Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных феноло-формальдегидных смол. Технические условия.

16. ГОСТ 4598-86 Плиты древесноволокнистые. Технические условия.

Исаев Андрей Владимирович
Мольков Алексей Александрович

Теплоизоляционные материалы

**Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Строительные материалы» студентами всех
форм обучения по направлению 270100.62 - «Строительство»**

Подписано к печати . Формат 60×90/16. Бумага газетная. Печать трафаретная

Уч. изд. л. 1,1. Усл. печ. л. 1,5. Тираж 600 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65