

**МАЖИДОВ С.Р.**

---

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**



**Ташкент-2022**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ИНСТИТУТ**

**МАЖИДОВ С.Р.**

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**(70730601 - магистр «Технология стеновых и декоративных  
материалов»)**

*Рекомендовано к публикации на основании приказа Министра высшего и  
среднего специального образования № 538 от 25 декабря 2021 года.*

**Ташкент-2022**

**УДК: 691(075)**

**Автор: Мажидов С.Р.**

**Учебник «Инновационные технологии теплоизоляционных строительных материалов» - Т.: 2022, 398 стр.**

В учебнике знакомит с понятием теплоизоляции строительных материалов, целью их использования, понятием тепловой энергии, характером тепла. Тепловая энергия в здании, в помещении, барьерная конструкция, микро- и макроструктура теплоизоляционных материалов. Физические свойства. Теплофизические свойства. Гидрофизические свойства. Физико-механические свойства. Химические свойства. Зависимость свойств от структуры материала охватывает такие вопросы, как способность и опыт применения энерго- и ресурсосберегающих технологий при их производстве. Учебник подготовлен на основе информации, полученной в рамках инновационного научного проекта ПЛ-21012453 «Создание технологии производства бетона повышенной прочности и стойкости к гниению с добавлением модифицированного суперпластификатора, созданного на основе вторичных сырьев».

Учебник рассчитан на магистратуру по архитектурно-строительному образованию 70730601 - «Технология стеновых и декоративных материалов». Его могут использовать студенты повышения квалификации и переподготовки, а также инженеры и технологи.

**Рецензенты:**

**О.Бердиев** - кандидат технических наук, доцент. Джизакский политехнический институт, заведующий кафедрой строительных материалов и конструкций

**С.И.Ахмедов** - кандидат технических наук, доцент. Ташкентский архитектурно-строительный институт, кафедра строительных материалов и химии, и.о. профессора.

## **ANNOTASIYA**

Mazkur darslik issiqlik izolyatsiyalovchi qurilish materiallar to'g'risida tushuncha, ularni qo'llashdan maqsad, issiqlik energiyasi to'g'risida tushuncha, Issiqlikning tabiati. Issiqlik energiyasini binoda, xona ichida, to'suvchi konstruksiya, issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarning mikro va makro strukturasi. Fizik xossalar. Issiqlik-fizik xossalar. Gidrofizik xossalar. Fizik-mexanik xossalar. Kimyoviy xossalar. Xossalarning material strukturasi bog'liqligi, ularni ishlab chiqarishda energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni ta'minlash bo'yicha ko'nikma va tajribaga ega bo'lishi kabi masalalarni qamraydi.

## **АННОТАЦИЯ**

Учебник посвящен понятию теплоизоляции строительных материалов, цели их использования, понятию тепловой энергии, природе тепла. Тепловая энергия в здании, в помещении, барьерная конструкция, микро- и макроструктура теплоизоляционных материалов. Физические свойства. Теплофизические свойства. Гидрофизические свойства. Физико-механические свойства. Химические свойства. Зависимость свойств от структуры материала охватывает такие вопросы, как способность и опыт применения энерго- и ресурсосберегающих технологий при их производстве.

## **ANNOTATION**

The textbook is devoted to the concept of thermal insulation of building materials, the purpose of their use, the concept of thermal energy, the nature of heat. Thermal energy in a building, indoors, barrier structure, micro- and macrostructure of thermal insulation materials. Physical properties. Thermophysical properties. Hydrophysical properties. Physical and mechanical properties. Chemical properties. The dependence of properties on the structure of the material covers issues such as the ability and experience of using energy and resource saving technologies in their production.

## ВВЕДЕНИЕ

Истощение энергоресурсов на Земле требует резкого повышения энергоэффективности при строительстве зданий. Почти 50% энергии, производимой в Узбекистане, или 17 миллионов тонн нефтяного эквивалента в год, используется для энергопотребления зданий. Соответственно, 40 процентов парниковых газов - это процессы, специфичные для зданий. В этом секторе в сотрудничестве с Ассоциацией промышленных строительных материалов Республики Узбекистан, Программой развития ООН и Глобальным экологическим фондом реализуются приоритетные программы в области энергоэффективности зданий. К ним относятся программы повышения энергоэффективности в жилых и общественных помещениях (школы, детские сады, больницы и т. Д.). К реализации этих программ привлекаются высшие учебные заведения в области архитектуры и строительства, проектно-исследовательские институты и строительные организации.

Сегодня большинство зданий морально устарели и нуждаются в капитальном ремонте или реконструкции, рост населения требует увеличения строительства жилых и общественных зданий. В то же время здания строятся в соответствии с устаревшими строительными нормами и правилами, а проектирование зданий и энергосбережение при строительстве игнорируются, что приводит к чрезмерному потреблению энергии и выбросам парниковых газов (ПГ) по всей стране). размер.

Для решения этих демографических и социальных проблем правительство Узбекистана реализует ряд крупных программ по строительству и ремонту общественных зданий, таких как школы, колледжи, детские сады, больницы и спортивные комплексы. К 2015 году эти программы создадут большие возможности для экономии энергии за счет проектирования новых и реконструированных зданий площадью 10,8 млн м<sup>2</sup> и совершенствования строительных технологий. Совершенствование строительных норм и правил, демонстрация комплексного подхода к проектированию зданий и достижение энергоэффективности в школах, колледжах, сельских клиниках и больницах путем обучения специалистов в области строительства и строительства и местных архитекторов по снижению потребления энергии. Нацелено на преодоление препятствий на пути к сокращению.

### ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

*Ключевые слова:* теплоизоляция, минеральная вата, стекловата, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесно-волокнистая плита, древесно-стружечная плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипсовые плиты, пенополиэтилен.

#### 1.1. Общие сведения

Теплоизоляционные материалы используются для изоляции от воздействия тепла и холода жилых, культурно-бытовых зданий, технологических оборудований, трубопроводов, холодильных помещений. Строительные материалы с коэффициентом теплопроводности не более  $0,175 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$  ( $25^\circ\text{С}$ ) называется теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляция зданий и конструкций дает значительную экономию теплоэнергии. Кроме этого, значительно уменьшается толщина стен зданий. В строительства эффективное использование 1т теплоизоляционных материалов дает экономию 200 т условного тепла. Изоляция тепловых и холодильных агрегатов уменьшает потеря холода и тепла на 20-50%.

Для теплоизоляции  $1 \text{ м}^2$  внешних поверхностей зданий необходимо использовать  $0,64 \text{ м}^3$  кирпича или  $0,32 \text{ м}^3$  керамзитобетона,  $0,14 \text{ м}^3$  фибролита,  $0,1 \text{ м}^3$  минераловатной плиты и  $0,04 \text{ м}^3$  поропласта.

Изоляция от холода и тепла имеет особое значение в условиях сухого жаркого климата Центральной Азии, т.к. летом температура воздуха достигает до  $42^0\text{-}48^0\text{С}$ , а зимой температура воздуха спускается до минус  $20\text{-}30^0\text{С}$ . Это является основанием для изоляции зданий, конструкций и агрегатов эффективными теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляционные материалы классифицируются по виду сырья,

структуре, форме, наличии вяжущего, горючести, средней плотности и коэффициенту теплопроводности.

Относительно основного вида сырья теплоизоляционные материалы классифицируются: неорганические материалы на основе минерального сырья (горные породы, шлак, зола, стекло, асбест), органические материалы на основе органического сырья (древесные отходы, лигнин, полимеры и т.д.).

Теплоизоляционные материалы по структуре делятся на – волокнистые (минерально-волокнистые, древесно-волокнистые) штучные (перлит, вермикулит, стеклянные и пластмассовые сферы), пористые (пенопласт, пеностекло, ячеистые бетоны).

По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы делятся на штучные прочные (плита, сегмент, кирпич, цилиндр) и сгибаемые (шнуры, жгут, ткань, полимерное волокно), мягкие (вата, шерсть, мягкая часть камыша, нитронная волокнистая вата) и сыпучие (перлит, вермикулит).

По средней плотности теплоизоляционные материалы делятся на следующие марки (кг/м<sup>3</sup>): Д15, Д25, Д35, Д50, Д100, Д125, Д150, Д175, Д200, Д250, Д300, Д400, Д500, Д600.

Теплоизоляционные материалы по жесткости бывает мягкие (М) (минеральная и стеклянная вата, вата из волокнистого базальта), полужесткая (П) (стекловолокнистые плиты, полимерные штапели), жесткие (Ж) (плиты из минеральной ваты), особо жесткие (ПЖ), твердые (Т).

По коэффициенту теплопроводности теплоизоляционные материалы классифицируются: А – с низкой теплопроводностью до 0,06 Вт/(м·°С), Б – со средней теплопроводностью 0,6-0,115 Вт/(м·°С).

По назначению теплоизоляционные материалы делятся на материалы для изоляции строительных конструкций, для изоляции промышленных оборудований и трубопроводов. По возгораемости теплоизоляционные материалы бывают негорючие, трудногорючие и горючие.

Для расчета теплопроводности строительных материалов используют раздел «Строительная теплотехника» приложения КМК или по результатам

опытов, проведенные с помощью различных приборах. Если известна толщина ( $d$ ) и коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ ) материала, возможно определение термического сопротивления ( $R$ ) ограждающий изделий и конструкций. При изготовления теплоизоляционных материалов образование пор происходит следующими способами: газообразованием или пенообразованием, введением большого количества воды и последующим испарением; введением добавок, которые сгорая образуют поры, образованием волокнистого каркаса и др. Чем тоньше стены, образующие структуру материалы и чем мельче размеры пор, тем меньше коэффициент теплопроводности. Наличие большого количества пор и малого количества открытых пор и каналов в структуре материала улучшает теплоизоляционные свойства.

## **1.2 Основные свойства теплоизоляционных материалов**

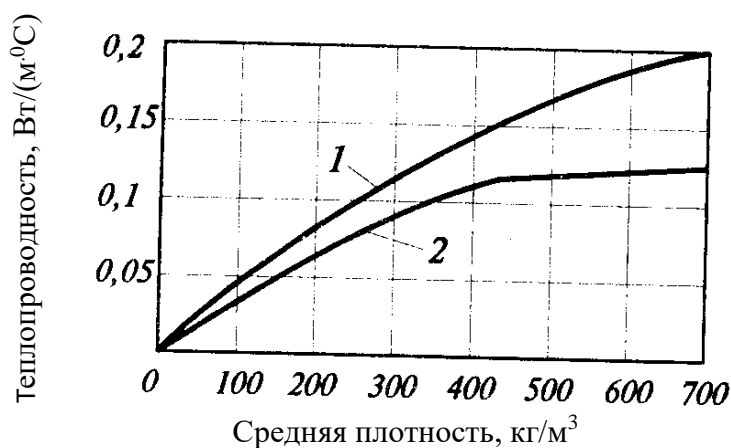
### **1.2.1. Теплоизоляционные свойства**

Теплопроводность скелета строительных материалов это функция теплопроводности воздуха и влажности заполненных пор. Если скелет материала состоит из аморфного вещества, пропускает меньше теплового потока, чем материал с кристаллической структурой. С повышением влажности пор, тепловой поток ускоряется. Поэтому желательно поры материалы заполнят сухим воздухом. В этом случае коэффициент теплопроводности сухого воздуха минимальный –  $0,023 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ . Если поры материала будут заполнена водой, то теплопроводность возрастает в 25 раз по сравнению с тем, что поры заполненные воздухом ( $\lambda_w=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ ). Замерзание воды в порах строительных материалов приводит к резкому повышению теплопроводности, т.к. теплопроводность льда составляет  $2,32 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ . По этой причине теплоизоляционные материалы должны предохраняться от увлажнения и замерзания.

Кроме некоторых строительных материалов (огнестойкие изделия на магнезиальных вяжущих, металлы) во многих материалах с увеличением



температуры тепловой поток ускоряется. Это положение учитывается при изоляции тепловых агрегатов и теплотрасс и нормируется на основе КМК раздела «Строительная теплотехника». Зависимости между средней плотностью и теплопроводностью теплоизоляционных материалов представлена на рис 14.1.



1-неорганические материалы; 2-органические материалы.

Рис. 1.1. Зависимость между средней плотностью и теплопроводностью теплоизоляционных материалов.

Следует отметить, целесообразно структура материала имела скелет из аморфного вещества, тонкостенных пор, заполненные воздухом.

### 1.2.2. Физико-механические свойства

Прочность при сжатии теплоизоляционных материалов под воздействием нагрузок определяется 10% деформацией. Тогда толщина изделия изменяется на 10%. Сжимаемость материала под воздействием конкретной нагрузки называется способностью изменения толщины. По способу сжимаемости материалы бывают: мягкие М-деформативность более 30%; полужесткие ПЖ- деформативность 6-30%; жесткие Ж-деформативность до 6%. Сжимаемость объясняется деформацией, образующейся под усилием удельной нагрузки равной 0,002 МПа.

Прочность при сжатии теплоизоляционных материалов колеблется в пределах 0,2-2,5 МПа. Прочность волокнистых материалов (плиты,

скорлупы, сегменты) характеризуется пределом прочности при изгибе.

Прочность при изгибе неорганических материалов составляет 0,15-0,5 МПа, а древесно-волоконистых прессованных материалов 0,4-2 МПа. Теплоизоляционные материалы: минерально-волоконистая вата, стекловолоконистая вата, асбестовый картон характеризуется пределом прочности при растяжении. Прочность теплоизоляционного материала непосредственно зависит от типа вяжущего материала и технологии производства. Во время их транспортировки, хранения, монтажа и использования следует обеспечить целостность и прочность.

Водопоглощение теплоизоляционных материалов колеблется в очень широких пределах. Например, водопоглощение по массе особо легких пенопластов может быть в 20-40 раз больше, чем собственная масса. Если поры материала закрыты, водопоглощение будет меньше.

Водопоглощение теплоизоляционных материалов резко уменьшают их свойства, а также снижают прочность материала. Для уменьшения водопоглощения можно использовать способы как введение гидрофобизирующих материалов, покрытие поверхности гидроизоляционными материалами и пропиткой поверхности (5-10 мм) уплотняющими веществами.

Использование теплоизоляционных материалов в строительстве зданий не влияет на естественный воздухообмен стен комнат. В жилых зданиях стены и ограждающие конструкции желательно должны обладать способностью пропускать газы и воздух.

При теплоизоляции в промышленных зданиях, где могут быть высокие показатели влажности, внутренние стороны помещений должны быть защищены гарантированными гидроизоляционными материалами.

Возгораемость теплоизоляционных материалов определяется выдержкой материала в течение 20 мин при температуре 800-850°C. Для использования каждого материала назначается допустимая температура, превышение которой вызывает ухудшение физико-механических свойств.

При использовании сгораемых материалов следует разрабатывать мероприятия для предохранения их от возгорания.

Даже если теплоизоляционные материалы не используются в химических и биологических средах, агрессивные газы и пары в течение времени могут явиться причиной ухудшения их свойств. Вероятность влияния коррозионных процессов будет выше даже при придании материалам конструктивных свойств.

Теплоизоляционные материалы на основе минеральных вяжущих являются стойкими к слабым кислотам, щелочам, растворимым солям и биологическим средам. Тип полимерных вяжущих выбирается в зависимости от устойчивости материала к кислотным или щелочным средам. К примеру, в цехах цветной металлургии используются теплоизоляционные материалы, изготовленные на основе фурановых, эпоксидных, фенол-формальдегидных полимеров. Теплоизоляционные материалы, полученные на основе органических вяжущих (клей, крахмал, карбоксил метилцеллюлоза) и заполнителей (дерево, кенап) должны быть устойчивыми к биологическим воздействиям, например к воздействию микроорганизмов, муравьёв и термитов.

Для увеличения био стойкости теплоизоляционных материалов целесообразно в их состав ввести антисептические вещества и предохранять от влаги.

### **1.3. Неорганические теплоизоляционные материалы**

К неорганическим теплоизоляционным материалам относятся минеральная вата, базальтовое волокно, стекловолокно и хлопковое волокно, керамическая вата, легкие бетоны, пеностекло, асбестовые заполнители и другие.

#### **1.3.1. Изделия на основе минеральной ваты**

**Минеральная вата** – стекло-волокнистый материал, который получается из легкорасплавляемых горных пород (известь, мергель, доломит и др.), а также шлаков металлургии (куски силикатного кирпича, глина и

т.д.). Длина волокна 2-40 мм, диаметр 5-15 мкм.

Процесс изготовления минеральной ваты состоит из 2 основных этапов: создание расплава сырья в вагранке; превращение сырья в волокна.

В вагранке сырьё с помощью твердого топлива (кокс) при температуре 1300-1400 °С плавится. Из специального отверстия в нижней части вагранки непрерывно вытекает плавка.

Существует несколько способов превращения сырья в минеральное волокно, но в основном используется только 2 способа: это продувание и центробежный способ. При продувании, плавка, выходящая из отверстия вагранки (летка) с помощью водяного пара или сжатого воздуха превращается в волокна. При центробежном способе плавка при выходе из специального отверстия вагранки попадает в диск центрифуги и превращается в волокна. Изготовленное такими способами минеральное волокно собирается на сетке, которая непрерывно движется в камере.

В зависимости от средней плотности минеральная вата делится на марки ( $\text{кг/м}^3$ ) 75, 100, 125 и 150. Минеральная вата является огнестойкой, малогигроскопичной и устойчивой к водным средам с меньшими коэффициентами теплопроводности ( $\lambda=0,04-0,55 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и устойчивым к биологическому воздействию. Для удобства транспортировки, хранения и использования минеральное волокно гранулируется. Оно транспортируется в специальных бумажных пакетах и используется как теплоизоляционный материал при изоляции межплиточного пространства, тепловых магистралей и других конструкций. Минеральная вата является полуфабрикатом при изготовлении кошмы, маты, жесткие и полужесткие плиты, гофрированные изделия, скорлупы, сегменты и др. изделия.

**Минераловатные маты** являясь листовым или рулонным материалом, сшиваются одно или двойными прочными нитками и сворачиваются в бумагу, пропитанную битумом. Длина мата 3000-5000 ширина, 500-1000 мм и толщина 50-100 мм. Маты выпускаются марки 100. Её теплопроводность  $0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . Маты используются для изоляции ограждающих конструкций

гражданских и промышленных зданий, технологического оборудования, а также трубопроводов.

**Твердые минераловатные плиты** получают на основе фенол-формальдегидного или карбамид-формальдегидного и др. полимерных вяжущих, они являются жесткими высокой степени. Согласно традиционной технологии жесткие плиты разрабатываются в вакуумных-прессах при температуре 150-180°C. При этом изготавливаются плиты со средней плотностью 180-200 кг/м<sup>3</sup>, с теплопроводностью 0,047 Вт/(м·°C) и толщиной 30-70 мм. Согласно современной технологии жесткие плиты выпускаются с помощью 10-и 17-этажных прессов в положении волокон в вертикальном направлении; чем больше вертикально направленное волокно (55-65%), тем больше её прочность при сжатии. Твердые плиты выпускают длиной 900-1800, шириной 500-1000 и толщиной 40-100 мм. По средней плотности твердые плиты делятся на марки (кг/м<sup>3</sup>) 50, 75, 125, 175, 200 и 300.

Эти плиты используются в строительных конструкциях, технологическом оборудовании и при теплоизоляции трубопроводов.

**Изделия из минеральной ваты гофрированной структуры** имеют в составе до 30% вертикально направленного волокна и имеют среднюю плотность 140-200 кг/м<sup>3</sup>. Эти плиты деформируются меньше, а прочность их будет выше в 1,7,-2,5 раза по сравнению с горизонтально-направленным волокном.

**Жесткие минераловатные плиты и фасонные изделия** (скорлупы, сегменты, полуцилиндры) разрабатываются на основе полимеров, битумов и минеральных вяжущих (цемент, сугленок, жидкое стекло и др.). Для увеличения жесткости в состав жестких плит вводят коротковолокнистый асбестовый порошок. Плиты имеют среднюю плотность 100-400 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,051-0,135 Вт/(м·°C), толщина 40-100 мм.

**Полужесткие и мягкие плиты из минеральной ваты** производятся на основе полимерных, битумных, крахмальных вяжущих. Изделия на основе полимерных вяжущих (плиты, цилиндры, сегменты и маты) имеют высокую

прочность и красивый вид. Плиты имеют среднюю плотность 35-250 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,041-0,07 Вт/(м·°С). Они используются для теплоизоляции безчердачных помещений и межчердачных крыш, стен промышленно-гражданских зданий и технологического оборудования.

**Базальтовое волокно** производится плавлением базальтовых пород. Базальтовое волокно используется при изготовлении огнестойких материалов, лент, плит. Они устойчивы в агрессивных средах. Базальтовое волокно при t=0°С имеет среднюю плотность 130 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,35 Вт/(м·°С).

#### 14.3.2. Изделия из стекловаты

Легкорасплавляемое стекло по специальной технологии превращается в стекловату. В качестве сырья используют шихта (кварцевый песок, кальцинированная сода и натрий сульфат) и битое стекло. Процесс получения стекловаты заключается в следующем: масса стекла расплавляется в ваннах печах при температуре 1300-1400°С, изготовление стекловолокна, формования изделия.

**Стекловолокно** изготавливается путем продувки и растяжения жидкой массы. Стекловолокно по методу штабик изготавливается путем растяжения во вращающихся барабанах расплавленных стеклянных палочек. По методу филера стекломасса проходит через небольшие отверстия в филере и растягивается, наматываясь на барабан. По методу продувки расплавленное масса стекловолокна распыляется с помощью сжатого воздуха или потоком пара. В зависимости от области применения изготавливают текстильное или теплоизоляционное волокно. Текстильное волокно имеет средний диаметр 3-7 мкм, а теплоизоляционное волокно 10-30 мкм.

Стекловолокно отличается от минерального волокна более устойчивостью к химическим средам и прочностью. Стекловолокно имеет среднюю плотность 75-125 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,04-0,052 Вт/(м·°С), термостойкость 450°С. Стекловолокно используется для изготовления плит, полос, арматуры, вязанных и невязанных изделий и др.

Маты и полосы изготавливают путём прошивания стекловолокна стеклянными нитями. Средняя плотность этих изделий достигает  $175 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности имеет максимум  $0,04-0,05 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , длина матов  $1000-3000 \text{ мм}$ , ширина  $200-700 \text{ мм}$ , толщина  $10-50 \text{ мм}$ .

На основе стекловолокна и полимерных вяжущих получают **полужесткие плиты**, средняя плотность которых  $75 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности  $0,047 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ . Плиты изготавливают длиной  $1000$ , шириной  $500-1500$ , толщиной  $30-80 \text{ мм}$ . Строительные изделия и конструкции на основе стекловолокна используют при теплоизоляции трубопроводов, работающих при температуре  $200^\circ\text{С}$ , технологических установок, стен промышленных морозильных камер и др.

**Пеностекло**, имеющее ячеистую структуру, производят на основе шихты (кварцевый песок, известняк, сода и сульфат натрия) или стеклобоя. Пеностекло получают вспучиванием расплавленной смеси, состоящей из тонкомолотого стекла и газообразователя (кокс и известняк). Пеностекло выходит из печи в виде непрерывного бруса, далее производят резку требуемых размеров и постепенно охлаждают. Ввиду большого количества микропор в стенах пеностекла, оно имеет высокие показатели теплоизоляции, прочности, водо- и морозостойкости. Пористость пеностекла составляет  $80-95\%$ , средняя плотность  $200-600 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,09-0,14 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , прочность при сжатии  $2-6 \text{ МПа}$ .

Пеностекло является негорючим материалом и может быть использовано при температуре  $400^\circ\text{С}$ . Пеностекло в составе которого отсутствует щелочи, не изменяет своих свойств даже при температуре  $600^\circ\text{С}$ .

Его можно легко резать и оно хорошо поддается механической обработке. Плиты из пеностекла выпускают длиной  $500$ , шириной  $400$  и толщиной  $70-100 \text{ мм}$ . Их используют для теплоизоляции тепловых сетей, магистральных трубопроводов, холодильных установок, а также в культурно-бытовых зданиях в качестве акустических и отделочных материалов.

**Стеклопор** получают грануляцией и вспучиванием ( $320-360^\circ\text{С}$ ) смеси,

состоящей из жидкого стекла и минеральных наполнителей (мел, кварцевый песок, зола ТЭЦ и др.) Стеклопор выпускают трёх марок: «СЛ»- $\rho_m=15-40$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,028-0,035$  Вт/(м·°С), «Л»- $\rho_m=40-80$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,032-0,04$  Вт/(м·°С), «Т»- $\rho_m=80-120$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,038-0,05$  Вт/(м·°С).

Композиционные материалы на основе стеклопор и других вяжущих используют для теплоизоляционных работ в виде штучных материалов, мастики и литья. Введение в их состав пенопластов может снизить расход вяжущего и увеличить прочность и огнестойкость.

### **1.3.3. Изделия на основе асбеста**

К изделиям на основе асбеста относятся асбестовый канат, асбестовая ткань, бумага, плита и др. Изделия выпускают на основе вяжущих (крахмал, казеиновый клей и др.) или технологическими способами без вяжущих .

**Асбестовая бумага** может быть в виде листов или рулонов и выпускается в следующих размерах: листы 1000x950 мм, толщина 0,5; 1,0 и 1,5 мм. Ширина полотна рулона 670, 950 и 1150мм, толщина 0,3; 0,4; 0,5; 0,65 и 1,0 мм. Средняя плотность асбестовой бумаги 650-1500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,1 Вт/(м·°С), самая высокая рабочая температура 500°С.

**Асбестовый канат** изготавливается путём сплетения асбестовых нитей. Они используются для теплоизоляции трубопроводов и технологических установок, при рабочей температуре 500°С.

Асбестовая ткань получают на прядельных станках из асбестовых нитей и имеет длину до 25 м, ширину 1 м, толщину 1,4-3,5 мм.

Средняя плотность асбестовой ткани 600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность примерно 0,1 Вт/(м·°С). Асбестовая ткань используется для теплоизоляции трубопроводов малых диаметров. При этом лицевая сторона асбестовой ткани покрывается наружной парусиной или на неё наносится краска.

**Асбестовые матрасы** изготавливается из асбестовых тканей, внутренняя часть заполняется минеральной или стеклянной ватой или волокнистым асбестом и др. Матрасы имеют длину 8-10м, толщину 30-50мм, ширина по требованию. Средняя плотность асбестовых матрасов составляет



300-400кг/м<sup>3</sup>,теплопроводность 0,09-0,11Вт/(м·°С). Матрасы используются для изоляции арматуры, оборудования, механизмов и аналогичных конструкций с фланцевыми соединениями.

**Совелит** получается из доломита 85% и асбеста 15% по массе. Доломит перерабатывается по сложной технологии – обжигается, гасится. Затем с помощью газа СО<sub>2</sub> карбонизируется и получается Mg СО<sub>3</sub>/Mg (ОН)<sub>2</sub> ·4Н<sub>2</sub>О. Этот комплекс обрабатывается с кальций карбонатом и получается вяжущее для совелита. Изготовленное изделие для декарбонизации составляющего магнезиала сушится. В этом процессе плотность и теплопроводность изделий уменьшается и увеличивается термостойкость. На основе совелита изготавливаются плиты длиной 500мм, шириной 170, 250, 500 мм, толщиной 40-75 мм, сегменты длиной 500 мм, полуцилиндра с диаметром 57-426 мм и толщиной 40-80 мм. Водным раствором совилитового порошка может покрывать изоляционную поверхность. Изделия из совелита при стационарных условиях имеют среднюю плотность до 400кг/м<sup>3</sup>,теплопроводность до 0,083Вт/(м·°С) .

Изделий из совелита используют для термоизоляции, при рабочей температуры поверхность до 500°С, промышленного технологического оборудования и трубопроводов.

**Мастика из асбестового минерального волокна** изготавливается из неорганических вяжущих путём добавления воды. Она используется для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов.

**Минераловатный раствор** – получают на основе минеральной ваты, асбеста, суглинка и портландцемента. Эти изоляционные материалы в сухом состоянии имеют среднюю плотность 400кг/м<sup>3</sup>,теплопроводность до 0,28 Вт/(м·°С).

**Порошок асбестдиатомита** является смесью 85% диатомита и 15% трепела и асбеста. При добавлении воды превращается в мастику. В частных случаях можно использовать отходы асбестоцементных заводов, слюду и другие дисперсные компоненты. Материал имеет среднюю плотность 450-

700кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,093-0,4Вт/(м·°С). Асбестоминеральные порошки используют в виде мастики для теплоизоляции технологического оборудования и трубопроводов, а также других поверхностей при 500°С.

**Вулканизированные изделия** изготавливают из смеси на основе диатомита или трепела (до 60%), воздушной извести (20%) и асбеста (20%). Формованные изделия сушат в автоклавах. При этом между воздушной известью и кремнезёмными компонентами ускоряется химический процесс и образуется гидросиликатные вяжущие.

#### **1.3.4. Бетоны для теплоизоляции**

**Легкие бетоны** получают на основе вспученного перлита, вермикулита, легких керамзитовых заполнителей и минеральных вяжущих. В частных случаях можно использовать органические вяжущие (битум, дегот, синтетические полимеры).

Для теплоизоляции среди легких бетонов эффективным является композиции на основе перлита. На основе перлитового заполнителя для изготовления легких бетонов используют битумные, полимерные, фосфатные и силикатные перлиты. Их средняя плотность 150-300 кг/м<sup>3</sup>. Легкие бетоны на основе керамзитовых пористых заполнителей по сравнению с перлитовыми бетонами являются тяжелыми. Легкие бетоны используют для теплоизоляции стен, крыш, подвальных конструкций, трубопроводов и др.

Ячеистые (газ и пена) бетоны получают по вышеизложенной технологии (см. глава «Бетоны») со средней плотностью 100-500 кг/м<sup>3</sup>. Ячеистые бетоны в достаточной степени прочные, имеют минимальные водопоглошение и теплопроводность, огнестойкие, их легко обрабатывать, дыривить и в них легко забивать гвозди.

Ячеистые теплоизоляционные бетоны обладают высокой пластичностью при изготовлении, используют для 2-3 слойных стеновых панелей, а также для термоизоляции трубопроводов и других конструкций.

### **1.4. Органические теплоизоляционные материалы**

Органические теплоизоляционные материалы условно разделяют на материалы, изготовленные на основе органического сырья и синтетических полимеров. К органическому сырью относится древесина и её отходы, стебли хлопчатника, канапля, камыш, годичные растения, животные шерсти и др. Композиционные материалы на основе органического сырья можно изготавливать также из минеральных и органических вяжущих. На основе синтетических полимеров целесообразно получить пено (газопено) пластмассы.

#### **1.4.1. Материалы на основе натурального органического сырья**

Древесные опилочные плиты изготавливают на основе опилок и фенолформальдегидных, карбамидных смол (7-8%). В материалах органоволокнистое сырье составляет 90%. Для повышения качества продукции в состав органоволокнистого сырья вводят гидрофобные или дифилные химические добавки, антисептики и анипирены.

**Древесно-волоконистые теплоизоляционные плиты** получают из бракованного древесного волокна, бумажной макулатуры, кукурузных стеблей, стеблей хлопчатника, канапли и др. Их средняя плотность около 250 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность до 0,07 Вт/(м·°С).

**Фибролитовые плиты** получают на основе неорганических веществ и древесной шерсти. Древесная шерсть (волокно, имеющие длину 200-500 мм, ширину 2-5 мм и толщину 0,3-0,5 мм) получают переработкой заготовок на специальных станках карагача, осина, липа и еля.

В качестве минерального вяжущего обычно используют портландцемент. Для хорошего склеивания древесной шерсти и вяжущих в состав раствора в качестве минерализатора добавляют хлорид кальция. Средняя плотность фибролитовых плит 300-500 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,1-0,15 Вт/(м·°С), предел прочности при изгибе 0,4-1,2 МПа. Плиты производятся толщиной 25,50,75 и 100 мм.

**Арболитовые плиты (блоки)** изготавливают на основе коротко волоконистых органических заполнителей – стебли хлопчатника, канапля,

древесные отходы и др. и портландцемента или шлако-щелочных вяжущих. Для повышения качества продукции в состав раствора добавляются минерализаторы – кальций хлорид, жидкое стекло.

Средняя плотность теплоизоляционного арболита до  $500 \text{ кг/м}^3$ , конструктивно-теплоизоляционного арболита до  $700 \text{ кг/м}^3$ . Прочность на сжатие арболита  $0,5-3,5 \text{ МПа}$ , прочность на растяжение  $0,4-1,0 \text{ МПа}$ , коэффициент теплопроводности  $0,08-0,12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Плиты из отходов древесины или на основе минеральных и органических вяжущих и других композиционных материалов легко обрабатываются, режутся, дырявятся, вбиваются гвозди, шлифуются.

**Сотопласты** изготавливают склеиванием листов, пропитанных полимерами гофрированной бумаги, стекловолокна и хлопчатобумажной ткани. Для улучшения теплоизоляционных свойств сотопластов ячейка заполняют крошками мипоры.

**Камышовые плиты** изготавливают прессованием стеблей камыша и поперечной прошивкой нержавеющей проволокой. Средняя плотность плит  $175, 200$  и  $250 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,06-0,09 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , влажность (по массе) до  $18\%$ . Камышные плиты производятся в качестве местного материала у рек, озера где растут камыши. Целесообразно от разложения обрабатывать их антисептиками, и антипиренами для сбережения от огня. Камышовые плиты хорошо взаимосвязываются с глиной, гипсом и другими растворами. Их используют для теплоизоляции каркасных стен, внутренних перегородок и потолков малоэтажных зданий.

**Войлок** изготавливают из шерсти животных, в виде прямоугольной односторонней ткани, длиной  $1000-2000$ , шириной  $500-2000$  и толщиной  $12 \text{ мм}$ . Плотность войлока  $150 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . От разложения войлок целесообразно обрабатывать антисептиками. Войлок используют для теплоизоляции стен, потолков, коробок окон, дверей и др.

#### **1.4.2. Материалы, изготовленные на основе полимеров**

В настоящее время теплоизоляционные материалы изготавливаются на

основе термопластичных (поливинилхлорид, полиуретан, полистирол, полиметилметакрилат) и терморезактивных (карбамид-формальдегид, фенол-формальдегид и др.) полимеров путём введения в их состав компонентов, образующих газ или пену, пигментов, отвердителей и модификаторов.

Эти мероприятия предусматривают покрытие теплоизоляционными материалами на основе полимеров дверных и оконных проемов, полов, балконов и трубопроводов. Например, стена из керамического кирпича толщиной 1 м и слой пенополистирола толщиной 20 см считается равнозначными по энергосбережению. Трубопроводы и изделия из поливинилхлорида имеют срок службы 50 лет, а металлические трубопроводы 15 лет.

**Ячеистые пластмассы** по структуре делятся на пенопласты и поропласты. В связи с тем, что в составе пенопласта имеется пены, тем образуется взаимно не связанные поры и он состоит из таких пластинок. Поропласты характеризуются тем, что у них за счет выхода газов в наружу образуется взаимосвязанные поры. За счет возникновения пены и газов в составе пластмассы можно получить смешанные структурные изделия.

В ячеистых пластмассах поры составляет 90-98%. Поэтому средняя плотность их очень мала, а коэффициент теплопроводности находится в пределах 0,056-0,058 Вт/(м·°С).

**Жесткие и полужесткие ячеистые пластмассы** являются довольно прочными и эластичными. Они устойчивы к биологическим воздействиям, водным слабохимическим средам. Недостатками ячеистых пластмасс является ограниченные свойства к тепловым воздействиям (100-150°С), сгораемость, и ухудшение свойств при длительном воздействии температуры (термическая деструкция). Увеличение рабочей температуры ячеистых пластмасс является актуальной задачей. Пенопласты толщиной 5-6 см имеют теплоизоляционные свойства столько, сколько имеет минеральная вата или ячеистые бетоны толщиной 14-16 см.

Масса 1 м<sup>2</sup> трехслойных панелей, изготовленные на основе ячеистых

пластмасс уменьшается на 20-50 кг. Пенопласты и паропласты легко клеятся к бетонным, асбоцементным, металлическим, деревянным и бумажным поверхностям.

**Пенополиуретаны** изготавливаются путем интенсивного перемешивания полиэфирных полимеров, диизоцианат, катализаторов, эмульгаторов и воды. Пенополиуретан изготавливают в эластичном и жестком виде. Его средняя плотность 50-60 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,02-0,04 Вт/(м°С), термостойкость -50°С до +110°С, водопоглощение по массе 2-5%.

**Жесткий пенополиуретан** имеет небольшую среднюю плотность и высокую прочность. Он устойчив к водным и агрессивным средам, имеет высокую адгезию к металлическим поверхностям, является высокоэффективным теплоизоляционным материалом.

Жесткий пенополиуретан используется при изготовлении трехслойных панелей в виде плиты, сегменты и кожухов, а также как теплоизоляционных покрытий для магистральных трубопроводов.

В связи с тем, что масса пенополиуретана прессуется с наружной части трубы в форме образуется очень плотный слой, поэтому нет необходимости гидроизолировать поверхность трубы.

На основе пенополиуретана производят панели различного размера, покрытиями с двух сторон перфорированными стальными листами (алюминивые фольги и др.) и их применяют при теплоизоляции крыш промышленных зданий. В связи с тем, что пенополиуретан стойкий к биологическим средам, можно его применять в тех местах, где возможны воздействие микроорганизмов и грибов.

**Эластичный пенополиуретан** используют для герметизации швов панели. При использовании пенополиуретана следует учесть его возгораемость.

**Пенополистирол** получают на основе полистирола путём введения в состав парообразующих компонентов. Средняя плотность пенополистирола 25-43 кг/м<sup>3</sup>, обладает стойкостью к истиранию, влажным и химическим

средам. Коэффициент теплопроводности  $0,05 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , допускаемая температура использования до  $70\text{°C}$ .

Усадка и возгораемость пенополистирола является его недостатком. Усадку пенополистирола можно уменьшить путем покрытия его поверхности битумно эластомерными материалами. Пенополистирол использует при производстве трехслойных панелей и при изоляции конструкций крыш и ограждающих конструкций.

**Пенополивинилхлорид** выпускают в виде жестких и пластичных изделий. Пенополивинилхлорид является теплоизоляционным материалом, частично изменяющий свойство при температурах  $-60\text{°C}$  до  $+60\text{°C}$ , он обычно обладает жёлтым светом и при введении в состав различных цветных пигментов можно получить материал требуемого цвета материала. Их выпускают в виде плит размером  $500\times 750 \text{ мм}$ , толщиной  $35-70 \text{ мм}$ . Средняя плотность  $95-195 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , водопоглощение в течении часа составляет  $0,3\%$ , применяемые температура около  $+70\text{°C}$ . Плиты на основе пенополивинилхлорида применяют при теплоизоляции строительных конструкций, промышленных установок и трубопроводов. Эластичный пенополивинилхлорид выпускают в виде рулонного материала и применяют в качестве теплоизоляционных и отделочных материалов. Пенополивинилхлорид является водостойким и стойким к воздействию агрессивных сред. Он является менее возгораемым материалом по сравнению с пенополиуританом и пенополистиролом.

**Мипора** является особолегким теплоизоляционным материалом, получаемым на основе карбамидного полимера, пенообразователя и отвердителя. Средняя плотность мипора  $10-23 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,026-0,03 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , используемая температура до  $+100\text{°C}$ .

Высокая гигроскопичность и низкая прочность является недостатком мипора. Мипору используют при теплоизоляции каркасных конструкций, трубопроводов и холодильных установок. Методом холодного вспучивания смеси, состоящих из карбамидной смолы, мелкого наполнителя и

отвердителя, газообразователя и модификатора можно получить особолегкие ячеистые полимербетоны. По этой технологии путем химического взаимодействия карбонатных мелких наполнителей (барханный песок, известняк, глинистые материалы и др.) и кислот (ортофосфорные кислота и др.) и за счет образования углекислого газа можно получить ячеистый полимербетон. Средняя плотность его 80-200 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии 2-8 МПа.

**Фенолно-формальдегидный пенопласт** получают путем вспучивания смеси, состоящий из фенол-формальдегидной смолы, стекловолокна или каучука и газообразующего компонента – алюминиевой пудры. Технологический процесс состоит из следующих операций: перемешивание компонентов, вспучивание путем тепловой обработки, формование и твердение (остывания). Пенопласты из фенол-формальдегида с добавкой каучука можно использовать при температурах 200-250°С.

**Пенополиэтилен.** Компания «Ресурс» (Россия) выпускают на основе пенополиэтилена теплоизоляционные материалы с торговой маркой «Петрофом, Алюфом Gold».

**Петрофом** является материалом с высокими показателями тепло-звуко-гидроизоляции. Область применения петрофома: стена зданий, пол, фундамент и изоляция крыши, нижняя часть ломината и паркета.

Средняя плотность Петрофома составляет 18-35 кг/м<sup>3</sup>, и производить следующими параметрами:

Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, п.м.	Отрезок, п.м.
2	1,05	50;150	10;25;30
3	1,05	50;150	10;25
4	1,05	50;100	10
5	1,05	50;100	10
8	1,05	50	5

Технические свойства петрофома



Название показателя	Количество
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	18-35
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,042
Водопоглощение, (24 часа)% по объему	< 0,8
Паропроницаемость, мг/м·с·Ра	0,003
Индекс уменьшение ударного шума, α·В не менее ε	20
Группа возгораемости	Г2, В2, Д3
Температура применения, °С	-60 ÷ +800

Петрофом является пенополиэтиленом, размноженным пены физическим способом и обладает свойствами сгибаемости, эластичности и легкости. Кроме того он не пропускает влагу и пар, стойки к химическим средам, является безопасным по отношении гигиены и экологии, обладает свойствами звукоизоляции.

Петрофом и пенополиэтилены других марок производят в соответствии следующей технологии: В экструдер загружает полиэтилен, концентрат талька, краска и антипирен через дозаторов. Компоненты растворяет теплообработкой, перемешивает и в раствор вводят в растворенном виде моностерат глицерина и изобутина, гомогенная масса переходит в зону охлаждения, фильтруется через пакет сеток и вдавливаются в виде рукавы. За счет резкого падения давления отделяется изобутан и вспучивает массу. Материал охлаждают, производят резку с помощью дискового ножа, переводит в ионизатор для получения статистического электрзаряда. Состав массы следующая:

Концентрация талька	1%
Моностерати глицерина	1-1,5%
Изобутен	6-7%
Полиэтилен	89-90,5%

**Полифом** – химически сшитый пенополиэтилен является материалом с

высокими показателями к механическим и тепловым воздействиям за счет трехмерной структуры. Прочность пенополиэтиленовых пластмасс можно усилить методом термоломинации с использованием текстильных, бумажных материалов, с алюминиевой фольгой и др. Средняя плотность 50-200 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,39-0,06 Вт/(м°С), температура применения - 60÷+900°С. В строительстве полифом применяют в тех местах, где используют петрофом, а также используют для теплоизоляции подушек трубопроводов, трубоизоляции и изоляции тоннелей.

### **1.4.3. Использование теплоизоляционных изделий**

**Вентилируемые фасады.** Потеря в зданиях более 70% происходит через внешние стены. Применение энергоэффективных теплоизоляционных материалов в строительстве обеспечивает сохранение тепла в зданиях. Решением проблемы является применение полимерных теплоизоляционных материалов при создании вентиляруемых фасадов.

Технология теплоизоляции фасадов зданий решает две задачи. Во первых приводит к экономии энергии до 45%. Во вторых качественная теплоизоляция зданий создает благоприятное условие, то есть нормальной температуры и влажности, защищает от внешней агрессивной среды (увлажнение, коррозия, всплеск, конденсация и т. п.), образования холодных коридоров, температурных щелей.

При создании вентиляруемых фасадов между стеной и отделочного слоя образуют воздушную прослойку, сообщающийся с внешней средой. В качестве теплоизоляционного материала используют минеральную вату, пенополиуретан, пенополистирол, пенополиэтилен с приклеенной фольгой, в качестве внешней отделки керамогранит, цементноволокнистые изделия, металлы, сайдинг (ПВХ и т.п.) .

**Поливинилхлоридные ПВХ окна.** Замена старых окон на новые поливинилхлоридные приводит к сохранению 30-50% тепла в комнатах. Они являются высоко теплоизоляционными, устойчивыми изменению климата и практически не деформируются. При изготовлении окон из ПВХ в состав их

вводятся стабилизаторы для увеличения светостойкости, модификаторы для повышения атмосферостойкости, улучшения качества поверхности и свариваемости и пигменты для получения цветовой гаммы изделия. Использование окон из ПВХ приводит к значительному сбережению древесины.

**Теплоотражающие полимерные пленки (ТОПП).** С практической позиции полимерные пленки с зеркальной поверхностью, по сравнению со стеклом, в диапазоне ультрафиолетовых лучей поглощают света; снижают потерю тепла в 40-50% и создают в комнате благоприятный микроклимат. При температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  на улице, исследование температуры вокруг окон с помощью тепловизора показывает, что она составляет порядка  $-8 -6^{\circ}\text{C}$ .

Эффективность энергосберегающих полимерных пленок выражается в степени эмиссии, то есть поглощения тепла и отражения его поверхностью. Этими пленками облицуют с внутренней стороны внутреннего стекла стеклопакета. Тепловой поток в комнате протекает через внутреннее стекло и соударяясь на пленку возвращается во внутрь комнаты. При этом стекло разогревается и превращается на дополнительный источник энергии. Кроме этого пленка аккумулирует солнечную энергию и направляет в комнату.

Пленка, полученная путем покрытия в несколько слоев методом ионплазмы удерживает полностью ультрафиолетовых лучей, снижает интенсивность инфракрасных лучей на 50% .

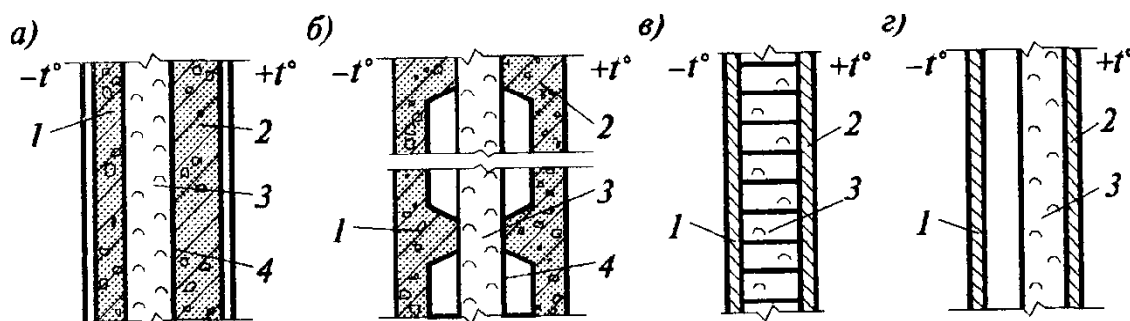
**Теплоизоляция помещений.** В зданиях с повышенными требованиями по энергосбережению в системах отопления и горячего водоснабжения 70% эффективность зависят от применения полимерных материалов.

К ним относятся пленки для приклеивания к стеклу, полученные на основе полиэтилена, окны и плинтусы на основе ПВХ, бутилкаучуковая изоляция для стеклопакетов, пенополистиролы для теплоизоляции стен, батареи на основе полипропилена, отопительные системы под пола, двери и окна, полиуретановые теплоизоляционные материалы для трубопроводов и другие. Во всем мире развивается строительство энергоэффективных зданий.

В Европе расход энергии на  $1\text{м}^2$  площади здания в 2010 году составил 37квт.час, а в 2015 году планируется расход 25квт. час.

**Теплоизоляция ограждающих конструкций.** В этом направлении теплоизоляционные материалы используют в основном, в качестве среднего слоя в трехслойных конструкциях (рис.1.2).

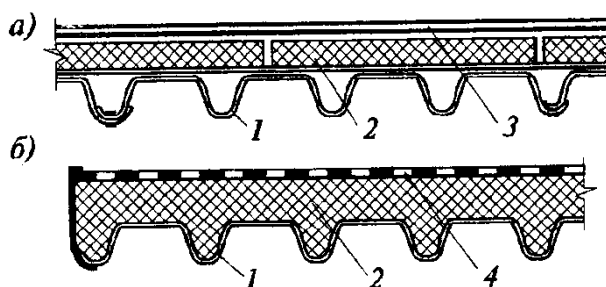
При изготовлении самонесущих трехслойных панелей используют пенополистирол , пенополиуретан , фенол – формальдегидные пенопласты, мипора,сверхлегкие ячеистые пластмассы, жесткие и полужесткие плиты на основе минеральной ваты и в частных случаях арболит , фибролит и другие .



а) облицовка из плоских железобетонных плит ; в) облицовка из конструктивно – отделочных листовых материалов (алюминия, асбестоцемента , стеклопластика ) ; г) то же ,с воздушным промежутком; 1- наружная облицовка ; 2- внутренняя облицовка; 3- утеплитель; 4- пароизоляция.

Рис.1.2. Типы трехслойных панелей наружных стен:

Неорганические и органические теплоизоляционные материалы широко применяют для утепления покрытий гражданский и промышленных зданий (рис. 1.3).



а) утепленный профилированный лист; б) “монопанель”;  
1- металлический профилированный настил; 2-утеплитель; 3-  
рубероидный ковер на битумной мастике в три слоя; 4- слой пленочной  
полимерной гидроизоляции.

**Рис.1.3. Ограждающие конструкции покрытий промышленных  
зданий:**

При теплоизоляции крыш целесообразно гидроизоляция теплоизоляционных изделий. Для повышения теплофизических свойств уже существующих стен с наружной стороны монтируют с помощью специальных приспособлений, плиты утеплителя с гидроизоляцией.

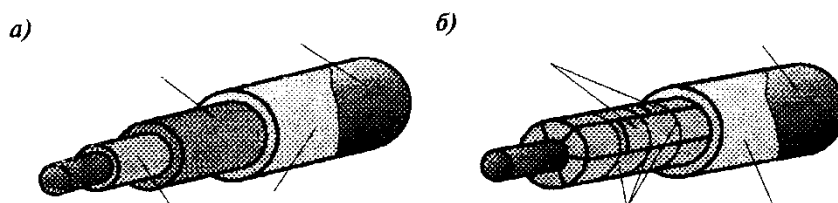
#### **Теплоизоляция промышленного оборудования трубопроводов.**

С этой целью используют минеральную вату и плиту, стекловату и плиту, неорганические ткани на основе волокон базальта и асбеста, изделия на основе синтетических полимеров.

Изделия могут быть одно и многослойные. Изделия может состоит из двух видов теплоизоляционных материалов. Например, часть из теплоизоляционного материала, а наружный слой дополнительно из теплостойкого или гидроизоляционного материала.

При теплоизоляции монтажа и трубопроводов используют изделия в виде плит, сегмента, скорлупы, полуцилиндра, рулонного и монолитного покрытий. В этом направлении применяют картон, бумага, шнур на основе асбеста, шнуры и жгуты на основе стекловолосна и минеральной ваты.

Мастичные теплоизоляции приготавливают непосредственно на строительных площадках в специальных смесителях и наносят на поверхность в виде мастики. Обычно мастики наносят вручную послойна (рис.1.4).



а) теплоизоляционные мастики; б) Теплоизоляция на основе совелита.

#### Рис.1.4. Теплоизоляция трубопроводов

В бесканальных теплотрассах целесообразно использовать пенополиуретан, который обладает термо и гидроизоляционными свойствами.

**Теплоизоляция полимерных труб.** При центральном отопление зданий потеря тепла составляет до 50 %. Причиной этому является малоэффективная изоляция канальных теплотрасс и отопительных систем. В канальных теплотрассах были использованы в качестве теплоизоляционных материалов минеральная вата, стекловата, в качестве гидроизоляции рулонные материалы (гидроизол , фольгаизол и др.) и цементные растворы.

Эффективным способом термогидроизоляции центральных отопительных систем является многослойное покрытие металлических труб пенополиуретаном или пенополиминералом в заводских условиях.

Технология термогидроизоляции металлических труб следующие: металлическая труба длиной 6 или 9 м укладывают в металлическую форму; полость между наружной поверхности и формы заливают полиуретановую массу; масса вспучивается в результате химических реакции и образует плотную термогидроизоляционную корку. Трубу возможно дополнительно гидроизолировать мастичными композициями. Такие бесканальные теплотрассы служат в течении 30-40 лет.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова классификация теплоизоляционных материалов
2. Особенности структуры теплоизоляционных материалов
3. Неорганические теплоизоляционных материалы
4. Органические теплоизоляционные материалы
5. Минеральная вата и минераловатные изделия. Получение, свойства и применение.

### Дополнительная литература

1. Бисенов К.А., Касимов И.У., Тулаганов А.А., Удербает С.С. Легкие бетоны на основе безобжиговых цементов. Алматы: «Гийлийм», 2005-412 с.
2. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi. 3-qism. Toshkent. TAQI. 2008. 127 b.

## ГЛАВА II

---

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ В ДЕТАЛЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА

**Ключевые слова:** здание, теплоизоляция памятника архитектуры, минеральная вата, пенопласт, неорганический и органический материал, маты, вспененный перлит и др.

#### 2.1. Общие сведения

С каждым годом цены на энергоносители резко растут, а уровень доходов населения остается практически неизменным. Если мы посмотрим на расплывчатые расчеты по отоплению дома или квартиры, то поймем, что проблема должна решаться отоплением дома своими силами.

Для этого можно использовать разные виды утеплителей для стен дома изнутри и снаружи.

Рассмотрим подробнее возможные варианты изоляционных материалов, их достоинства и недостатки.

#### 2.2. Выбор метода утепления.

Утепление стен может быть внешним или внутренним: вариант с внешним утеплением предпочтительнее и эффективнее. Однако утеплить стены снаружи не получится.

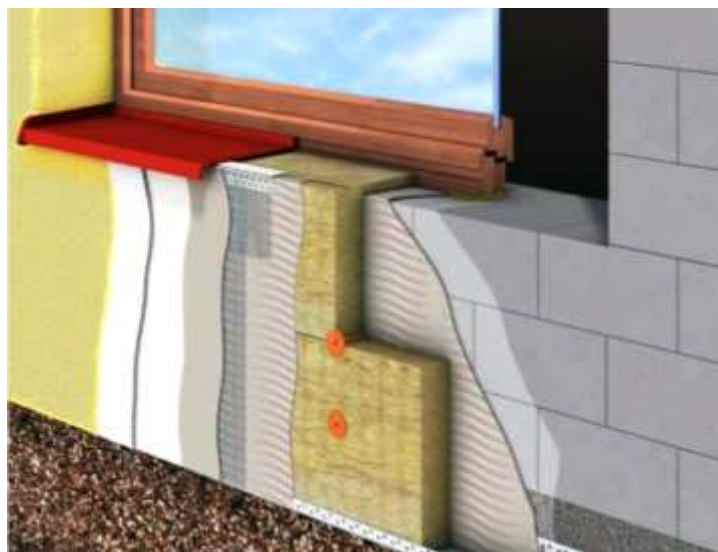
Материалы и стена пропитываются влагой, в результате чего эффект утепления сводится к нулю, а стены здания постепенно начинают разрушаться из-за грибкового заражения.





Например, здание является памятником архитектуры и менять его внешний вид не рекомендуется. Или когда за стеной находится неотапливаемый кабинет, утеплить стены невозможно.

В таких случаях внутреннее утепление стен разными видами утеплителя - идеальный выход.



Утеплить стены минеральной ватой и стекловолокном снаружи эффективнее, чем утеплить ими внутреннюю часть помещения.

К выбору утеплителя следует подходить с большой ответственностью, изучать характеристики каждого вида и выбирать их с учетом строительных материалов, из которых построены стены вашего дома.

Неправильно подобранный материал не поможет достичь желаемой цели и может усугубить ситуацию. Так, например, при неправильном

монтаже утеплителя стена не только сохраняет тепло, но зимой промерзает даже сильнее, чем раньше.

Во многих случаях, если стена не заделана должным образом, конденсат со временем станет опасным для изоляционного материала и самой стены.

Материалы и стена пропитываются влагой, в результате чего эффект утепления сводится к нулю, а стены здания постепенно начинают разрушаться из-за грибкового заражения.



Неправильный монтаж и неправильная герметизация конструкции будут одной из основных точек теплопотерь в помещении и грибкового заражения поверхности.

Чтобы избежать этих проблем на долгие годы после ремонта и утепления поверхности, следует неукоснительно выполнять технические рекомендации по установке.

Не менее важно при ее креплении правильно заделать швы внутренних стен дома, стыки плит утеплителя и поверхности стены.



### **2.3. Виды материалов для внутренней теплоизоляции.**

Среди множества видов утеплителей, которые можно использовать для утепления внутренних стен дома, мы расскажем вам о самых популярных и востребованных вариантах. К ним относятся ДВП, стекловолокно, поролон, пробковые обои и многое другое.

Рассмотрим подробнее каждую из них.



### **Вариант 1 — плиты ДВП**

ДВП плита – превосходный материал для выполнения утепления стен изнутри, достаточно дешевый, можно сказать эконом класса.

Плиты ДВП производятся на базе отходов дерево-перерабатывающей промышленности, склеиваются клеем из натуральных смол при воздействии высоких температур и давления.

Материал обработан антисептическими элементами, не подвержен воздействию высоких температур и высокой влажности воздуха.



ДВП успешно используется для звукоизоляции межкомнатных перегородок и теплоизоляции стен. Делать монтаж плитами ДВП очень просто. Крепеж листов производят на металлический каркас или деревянный

### **Вариант 2 – стекловата**

Стекловата – самый распространенный, бюджетный материал для утепления стен. Как показывает практика, есть большой недостаток, из-за которого специалисты не рекомендуют ее применять с внутренней стороны стен.

Она очень хорошо впитывает влагу, что снижает ее теплоизолирующие свойства – материал уменьшается в объеме и размерах, что приводит к значительным теплопотерям.





Стекловата не годится для изоляции внутренних стен в помещении, она лучше подойдет для утепления пола и потолка

При наружном утеплении стекловату укладывают между деревянными брусками встык так, чтобы она плотно укрыла нужное пространство.

### **Вариант 3 – минеральная вата**

Материал, изготовленный из некоторых видов изверженных горных пород называется в народе минеральной ватой, хотя на самом деле речь идет о каменной вате. Термин «минеральная» включает в себя не только каменную, но и стекловату и шлаковату.

Сегодня этот материал наиболее востребован, он обладает множеством положительных характеристик:

- высокий уровень теплоизоляции;
- не реагирует на воздействие высоких температур и горение;
- звукоизоляция на высшем уровне;
- прочность, практичность и долговечность.

Минеральная вата употребляется в качестве утеплителя не только для внутренних стен дома, но и для потолков чердачных помещений, внешних стен зданий.

Плиты из минеральной ваты бывают различной жесткости – чем жестче плита, тем выше ее стоимость.



Минеральная вата неплохо подходит для внутреннего утепления стен. Укладывать ее нужно плотно, встык. Но специалисты склоняются к мнению, что на внешних стенах дома она принесет больше пользы

Теплоизоляционные свойства более жестких и менее жестких плит, практически одинаковы. Для внутренних работ используются менее жесткие типы.

Более жёсткие типы – актуальны для внешнего утепления фасадов. Такой материал бывает толщиной 50 мм, 100 мм. Менее толстый – 50 мм. Он используется для внутренней изоляции. Более толстый – 100 мм – для внешней изоляции фасадов.

Единственный изъян минеральной ваты – ее нужно закрывать дополнительной перегородкой из гипсокартона, пластика, плит ОСБ или других материалов. Это существенно уменьшает жилую площадь помещения.

#### **Вариант 4 – пенопласт**

Пенопласт давно применяют в строительной сфере, как дешевый материал для звуко- и гидроизоляции помещений.

Он, по сравнению с минеральной ватой, имеет лучшие теплоизоляционные свойства, поэтому внутри помещения можно

монтировать плиту более тонкую. В результате жилая площадь практически не уменьшится.

Наряду с положительными качествами, пенопласт имеет ряд недостатков:

1. Структура материала очень хрупкая, поэтому работы с ним следует проводить очень аккуратно.

2. При малейшем нарушении целостности листа теплопотери увеличиваются в разы.

3. Грызуны – гроза пенопластовых плит, они его просто обожают. Если есть доступ, малейшая дырочка, через некоторый промежуток времени, листы будут похожи на голландский сыр.

4. Весьма горючий материал — при горении выделяет едкий, отравляющий дым.

Укладывают пенопласт на поверхность, используя для скрепления строительный клей, щедро наносят на всю площадь листа.



Изоляцию стен пенопластом рекомендуется проводить аккуратно, вплотную к поверхности, не оставляя никаких промежутков и шансов для проникновения грызунов

### **Вариант 5 – полистирол**

Полистирол – более инновационный утеплитель для стен. Его плотность

гораздо выше плотности пенопласта, что делает его монтаж гораздо проще.

С другой стороны плиты полистирола плохо прилегают друг к другу, образуя множество неровных стыков, которые нужно промазывать герметиком высокого качества.

Для плотного прилегания листов и закрепления их на стене, рекомендуется использовать раствор водонепроницаемой смеси для санузлов, ванных комнат.

При изоляции помещений полистиролом рекомендуется внимательно отнестись к герметизации швов между плитами. Это не даст теплему воздуху просочиться между ними и предотвратит образование конденсата.

Также рекомендуем прочесть о теплоизоляции помещений разновидностями пенополистирола:

1. Утепление экструдированным пенополистиролом.
2. Теплоизоляция помещений пеноплексом.



На плитах полистирола есть заводские насечки для хорошего прилегания к стене, но мастера советуют нанести собственные насечки строительной ножовкой, для 100% крепкой и надежной конструкции

### **Вариант 6 – пробковые обои**

Одним из самых современных экологически чистых теплоизоляционных



материалов, которые используются для утепления дома изнутри, являются пробковые обои. Они изготавливаются из натуральных составляющих: кора пробкового дерева обработанная, раздробленная и спрессованная.

Пробковые обои – это не только разновидность утеплителя, но и материал, который прекрасно подходит для отделки и декорирования стен. Помещение, отделанное этим теплым даже на вид материалом, излучает ауру комфорта и уюта.

Характеристики пробкового материала:

- имеет антибактерицидные свойства;
- отличная звукоизоляция;
- утраты тепла сводятся к нулю;
- прочность и долговечность покрытия;
- высокие антистатические свойства;
- негорючий материал;
- экологически чистый материал, не выделяющий вредных паров и соединений.



Пробковые обои подразделяются на два вида: первый – с натуральной пористой структурой, второй – покрытые слоем специального лака. Пробка как утеплитель выпускается в рулонах и плитах различных размеров.

Монтировать такой утеплитель очень просто – для этого нужно иметь

рулоны обоев, острый нож и специализированный клей.

Большой и единственный недостаток такого утеплителя – его цена. Стоимость листа или рулона пробки гораздо выше стоимости любых искусственных материалов

### **Вариант 7 – пенополиуретан**

Пенополиуретан – материал, набрызгивающийся на стены в жидком виде. Он обладает отличной водонепроницаемостью и теплоизоляционными свойствами. После затвердевания он имеет рыхлую структуру, поэтому оштукатурить стену практически невозможно.



Для эффективного нанесения делается опалубка, как правило деревянная, для заполнения субстанцией пенополиуретана. После затвердевания обязательно сооружение гидро- и парозащиты из слоя полиэтиленовой пленки, которая крепится на соседних стенах, в полу и потолке.

После нанесения раствора пенополиуретана на стену и его затвердевания, необходимо возводить дополнительную стенку из гипсокартона, плит ДВП, ОСБ, фанеры или любых других материалов

### **Вариант 8 – жидкая керамическая изоляция**

Еще одним инновационным способом сберечь тепло в помещении является жидкая керамическая сверхтонкая теплоизоляция – ЖКТ. Она обладает высокими гидроизоляционными, термоизоляционными и шумоизоляционными свойствами.

Ее функционал востребован в жилищном фонде при подготовке к отопительному сезону. Теплокраска подходит для утепления потолков, балконов, внутренних стен помещения, для фасадов коттеджных и многоэтажных зданий.

Востребована она для теплоизоляции труб и трубопроводов, используется для герметизации теплопунктов: котельных, тепловых сетей и других сооружений.

Термокраска ЖКТ применяется для окрашивания поверхностей разного вида, например, бетон, металл, кирпич, газобетон и для других строительных материалов.

Среди достоинств производители отмечают:

- абсолютную безопасность для здоровья человека;
- отражающую способность материала;
- выносливость к низким температурам – выдерживает температуру минус 60°C;
- материал прочный, долговечный, устойчив к солнечным лучам.

Кроме всего прочего, этот вид сверхтонкой керамической теплоизоляции обладает высокой энергоэффективностью. Толщина нанесения краски на стену составляет от 2 до 5 мм.



Применение жидкой керамической изоляции даст возможность снизить теплопотери и затраты материальных средств на энергоресурсы

### **Вариант 9 – эковата**

Эковата – вид нового утеплителя на основе целлюлозных материалов.

Изготавливается этот материал из макулатуры, антисептиков и антипирена.

Этот утеплитель является абсолютно не пожароопасным. В агрессивных условиях целлюлозная вата показывает себя прекрасно.

К плюсам эковаты можно причислить:

- экологичность;
- безопасность;
- гипоаллергенность;
- отсутствие формирования конденсата, соответственно всевозможного вида разложения, грибков.

Такой тип утеплителя имеет хорошие звукоизоляционные и теплоизоляционные свойства. Оберегает постройку от стужи в зимнее время и жары в летнее.

С изобретением целлюлозного утеплителя появилась возможность строить облегченные конструкции — давление на фундамент за счёт легкости утепляющего материала стало намного меньше.

Эковату используют для утепления любого вида конструкций: ее засыпают в любые, самые малые отверстия, она заполняет собой всё пространство, что облегчает процесс ее монтажа.



Наносится эковата ручным способом при помощи установки для выдува, методом сухой засыпки, что позволяет получить плотный, целостный слой

изоляции без швов

Вата при помощи установки для выдува под давлением подается на утепляемые ею поверхности. Перед этим она растрепывается в бункере машины для ее нанесения. Благодаря этой технологии вату можно подавать вверх до 30 м.

Существует еще один способ укладки эковаты – это способ сырого нанесения.

Для кирпичных или бетонных стен эффективным утеплением является наращивание толщины стены декоративным камнем, штукатуркой или кирпичом. Деревом дополнительно облицовывают и изолируют деревянные стены в помещении. Такие виды изоляции достаточно дорогие и требуют немалых капитальных вложений.

В некоторых случаях помимо утепления стен стоит позаботиться об утеплении пола и потолка в доме.

### **Рекомендации по проведению изоляционных работ**

Изоляционные работы лучше всего проводить в летний период, когда влажность воздуха минимальная.

Стены для утепления в помещении должны быть идеально сухими. Высушить их после дополнительных штукатурных, финишных работ по выравниванию поверхностей можно при помощи строительных фенов и тепловых пушек.

Этапы утепления поверхности:

1. Очистка поверхности от декоративных элементов – обоев, краски.
2. Обработка стен антисептическими растворами, грунтование поверхности с глубоким проникновением в слои штукатурки.
3. В некоторых случаях при монтаже пенополистирола и электронагревательных элементов, стены предварительно выравнивают при помощи водонепроницаемой штукатурки для ванных комнат.
4. Монтаж утеплителя должен проводиться согласно инструкции,

прописанной производителем к этому виду материала.

5. Монтрование защитной перегородки для нанесения финальной отделки, либо покрытие поверхности строительной сеткой, ее заштукатуривание.

6. Создание единой композиции с общим дизайном помещения.

Утепление стен внутри дома – один из самых действенных способов защитить свое жилище от проникновения холода и негативного влияния конденсата, главное соблюдать технологическую последовательность этапов. Более подробно о технологии утепления жилища изнутри можно прочесть в этом материале.

Утепление дома, выполненное при помощи даже не самых дорогих материалов, – удовольствие не дешевое. Сейчас доступно множество видов утеплителей для внутренних работ, которые представлены в обширном ценовом диапазоне. Поэтому выбрать недорогой и качественный материал не составит труда.

Теплый дом в зимний период и комфортная прохлада в жаркий сезон, а также сокращение сумм в счетах за коммунальные услуги покажут, что теплоизоляция помещения сделана хорошо и качественно.

А каким материалом для утепления стен дома воспользовались вы? Чем руководствовались при выборе и довольны ли результатом? Пожалуйста, расскажите об этом в блоке с комментариями. Там же вы можете задать вопрос по теме статьи, а мы постараемся на него оперативно ответить.

#### **2.4. Типы и области применения теплоизоляционных материалов.**

Свойства вспененного полиэтилена.

Вспененный полиэтилен стал перспективным изоляционным материалом. Таким образом, пенополистирол и пенополиуритан имеют невысокую стоимость и близкие к своим свойствам свойства.

Пенополиэтилен выпускается нескольких видов: вспененный (или



газонаполненный) пенополиэтилен. Химически взаимосвязаны и радиационно взаимосвязаны. Газонаполненный полиэтилен производится из полиэтилена высокого давления с применением специальных антипиренов, вспененных пенообразователями на основе бутана. Радиационно-сшитый материал получается обработкой высокими уровнями радиации и является самым плотным по сравнению с другими типами пенополиэтилена.



**Целлюлозная  
изоляция**



**Полиуретановая пена**



**Пенополистирол  
экструдированный**



**Пенополистирол**



**Минеральная вата**



**Базальтовая плита**

Все виды пенополиэтилена обладают примерно одинаковыми теплоизоляционными свойствами. Также он отличается паропроницаемостью теплоизоляционного материала и низким коэффициентом водопоглощения, высокими звукоизоляционными свойствами и прочностью. Кроме того, материал устойчив к механическим воздействиям и различным химическим воздействиям. К недостаткам этого материала можно отнести ограниченную рабочую температуру, которая не должна превышать 100 градусов.

Кроме того, этот теплоизоляционный материал не токсичен и не вызывает коррозии, что позволяет использовать его в качестве обогревателя

канализационных и водопроводных труб, а также стекла, электроники и упаковки. сети. Кроме того, на основе этого утеплителя производится фольгированный утеплитель. Изоляция фольгой

Фольгированный утеплитель изготавливается на основе вспененного полиэтилена и обладает высокими теплоотражающими и теплопроводными свойствами. Алюминиевая фольга производится термической сваркой с полиэтиленом. Результатом является эффективный уникальный теплоизолятор, способный обеспечить высокие теплоизоляционные свойства, характерные для массивных теплоизоляторов при минимальной толщине материала. Этот эффект обусловлен высокой способностью алюминия отражать тепло, т.е. при использовании других типов изоляционных материалов излучаемая энергия отражается от поверхности алюминиевой фольги и возвращается в комнату.

Другими словами, эффект от использования такого изоляционного материала аналогичен эффекту термоса. Таким образом, зимой тепло сохраняется в помещениях, утепленных фольгированным полиэтиленом. Если использовать пенополиэтилен, обтянутый с двух сторон алюминиевой фольгой, то летом в помещении всегда будет прохладно за счет отражения тепла от фольгированного покрытия. Использование вспененного полиэтилена, покрытого фольгой, помогает создать комфортную жилую среду в жилых помещениях.

Фольгированный утеплитель применяется при строительстве жилых домов, промышленных и промышленных объектов. Он также широко используется в системах горячего и холодного водоснабжения, для изоляции холодильников и морозильников, а также в системах воздуховодов внутри помещений.

Изоляция из фольги производится с клеевым слоем, что позволяет быстро и легко установить. Даже при утеплении конструкций сложной конфигурации с разными перепадами, изгибами или углами самоклеющаяся пленочная изоляция устанавливается легко и очень быстро. Его можно



использовать на самых разных поверхностях, которые хорошо очищаются от грязи, влаги и пыли. Этот материал обладает высокими адгезионными свойствами.

Материал также используется для мойки фургонов, контейнеров и холодильников, автомобилей и боксов кондиционеров, систем вентиляции и вытяжки, а также для звукоизоляции и обогрева металлических конструкций для мойки различных и сложных конфигураций.

При использовании этого теплоизоляционного материала важно обеспечить правильный монтаж, а также монтаж пенополиэтилена или полистирола. Важно соблюдать технологию монтажа. Также важно соблюдать все технологические рекомендации производителя материала. Нетоксичность и безопасность пленочных теплоизоляционных материалов, а также их невысокая стоимость, высокий КПД и соответствие практически всем (точнее) требованиям по энергосбережению и теплоизоляции делают пенополиэтилен с фольгированным покрытием наиболее перспективным из современных. . изоляция. Другими словами, этот изоляционный материал является эффективной заменой дорогостоящих массивных теплоизоляторов, которые ранее (и сейчас) применялись для теплоизоляционных устройств.

#### **Монтаж вспененного полиэтилена.**

Пенополиэтилен, как и другие виды пенопластов, отличается простым и быстрым монтажом. При использовании качественного современного теплоизоляционного материала для получения всех эффектов важно правильно соблюдать технологию теплоизоляции на основе вспененного полиэтилена.

Теплоизоляционные трубы для утепления легко устанавливаются на трубы небольшого диаметра. Для теплоизоляции сложных поверхностей, например резервуаров, не требуется специальных навыков или специальной подготовки. Гибкость вспененных каучуков в этом случае покрывает множество ошибок или неточностей при установке без ущерба для базовой теплоизоляции и других эксплуатационных свойств изоляционного

материала.

Кроме того, в процессе эксплуатации легко контролировать показатели теплоизоляции, так как она устанавливается без обязательного покрытия, скрывающего необходимый изоляционный слой при использовании других типов теплоизоляционных материалов.

Часто при использовании пенополиэтилена в качестве теплоизоляционного материала может выйти из строя теплоизоляция. Поэтому важно обеспечить это при установке данного утеплителя, а также обеспечить безопасную работу установки в случае возникновения такой ситуации. Например, если описанная ситуация возникает, когда установка изолируется горячей средой, результатом является увеличение тепловых потерь. Конечно, это нежелательно, но не опасно ни для окружающих, ни для самой установки.

Если такая теплоизоляция установлена в холодильной установке, то при ее выходе из строя оборудование может вообще выйти из строя, и в результате процесс, поддерживаемый холодильной установкой, может быть нарушен. Это может привести к размораживанию продукта, нарушению процесса, отказу оборудования или остановке производства. Оказывается, в этом случае неправильная установка или использование некачественных обогревателей может привести к серьезным последствиям, несравнимым с экономией.

Специалисты рекомендуют использовать поролон для теплоизоляции систем кондиционирования и холодного водоснабжения, а также охлаждающего оборудования. Рекомендуется клеить этот материал. И только тогда системы будут работать исправно, безопасно и надежно долгое время.

Грамотный монтаж теплоизоляции с применением современных качественных изоляционных материалов - важный шаг в строительстве жилых и промышленных зданий, обеспечивающий эффективную экономию тепла и энергии.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова классификация теплоизоляционных материалов, используемых в строительных частях?
2. Опишите неорганические теплоизоляционные материалы, используемые в строительных частях.
3. Опишите органические теплоизоляционные материалы, используемые в строительных частях.
4. Какая минеральная и стекловата используется в строительных деталях?
5. Опишите асбестоцемент и асбестосодержащие материалы.

#### **Дополнительная литература**

1. Бисенов К.А., Касимов И.У., Тулаганов А.А., Удербает С.С. Легкие бетоны на основе безобжиговых цементов. Алматы: «Гийлийм», 2005-412 с.
2. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi. 3-qism. Toshkent. TAQI. 2008. 127 b.

## ГЛАВА III

---

### КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Ключевые слова:** теплоизоляция, минеральная вата, пенопласт, неорганический и органический, маты, полосы, картон, плиты, блоки, кирпичи, цилиндры, сегменты, минераловатная смесь, вспененный перлит и др.

#### 3.1. Общие сведения

Чтобы понять специфику развития производства пенопластов, необходимо проследить тенденцию производства газонаполненных пластиков в древности. В прошлом, с 1970 года, производство пенопласта увеличивалось примерно на 17,5% в год. Хотя их производство за десять лет увеличилось в 5 раз, спрос вырос еще больше, и поэтому спрос на теплоизоляционные пены не уменьшился, а увеличился. Таким образом, основную долю в производстве пеноматериалов заняли: пенополиуретаны - 31%; пенополистирол - 31%; пенопласты - 32%. Таким образом, если к середине 1980-х годов рынки развитых капиталистических стран начали насыщаться пенопластом, то в прошлом производство пеноматериалов отставало от их потребностей. После резкого спада промышленного производства в России фактически потребовалась реорганизация предприятий, специализирующихся на производстве теплоизоляционных материалов. Дефицит теплоизоляционных материалов во внутреннем строительстве изначально компенсировался импортом пенополистирольных плит, а также изделий из минеральной ваты и штапельного стекловолокна. Хорошо зарекомендовал себя экструдированный пенополистирол (зеленые плиты) немецкого химического концерна BASF AG; Изделия из полистирола

(синие плиты) американской компании Dow Chemical Company, а также стекловолоконные маты URSA концерна PFLEIDERER, изделия из минеральной ваты Германии, Isover, Финляндия и Rockwool, Дания. Однако с учетом масштабов России транспортировка теплоизоляционных материалов на дальние расстояния может привести к повышению их стоимости выше конкурентного порога, так как воздух транспортируется в основном за счет небольшой объемной массы теплоизоляционных материалов. Поэтому ведущие мировые компании - производители теплоизоляции - стараются продавать технологии или организовывать производство в странах-потребителях и по возможности использовать полуфабрикаты собственных брендов. Так, под Санкт-Петербургом на ОАО «Флайдерер-Чудово» налажено производство стекловолоконных матов и плит под общей торговой маркой URSA по немецкой технологии, а в 1999 году начато производство в подмосковном Железнодорожном. Разновидности качественной продукции Rockwool из минеральной ваты по датской технологии.

### **3.2. Классификация теплоизоляционных материалов**

Классификация в основном основана на теплопроводности или средней плотности. Помимо различий между теплоизоляционными материалами по теплопроводности и средней плотности, они делятся на: - по типу сырья - неорганическое и органическое. К неорганическим веществам относятся минеральная и стекловата (и изделия из нее), вспученный перлит и вермикулит (изделия из них), пенобетон, керамические теплоизоляционные изделия и др .; органические - древесноволокнистые и ДСП, камыш, теплоизоляционный пластик и др .; - В зависимости от формы материала детали (плиты, блоки, кирпичи, цилиндры, сегменты), рулонные (маты, полосы, картон, матрац), кордные (шнур, ворс) и литые материалы (минераловатная смесь, вспученный перлит) и т. д.); По прочности на сжатие под нагрузкой (относительная деформация сжатия) теплоизоляционные материалы делятся на три типа: мягкие (М), с

прочностью на сжатие более 30% при нагрузках от 2 до 103 Па, полужесткие (RL) - соответственно - 6-30%, твердые (F) - до 6%, повышенной твердости - до 10% при чистой нагрузке 4-103 Па и жесткие - до 10% при чистой нагрузке 10 кПа.

### 3.3. Сырье для теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционные материалы изготавливаются из мелкозернистой шихты с площадью поверхности более 300 м<sup>2</sup>/кг: стеклянная (92-96%) тара или битое стекло. Используются переработанные материалы, что снижает стоимость готового продукта. Минеральные ПАВ (3-5%), позволяющие получить теплоизоляционное пеностекло с закрытой газовой камерой и газификатором из мела или мрамора (рисунок 3.1) (1-3%).



а)



б)

а) мел, б) мрамор.

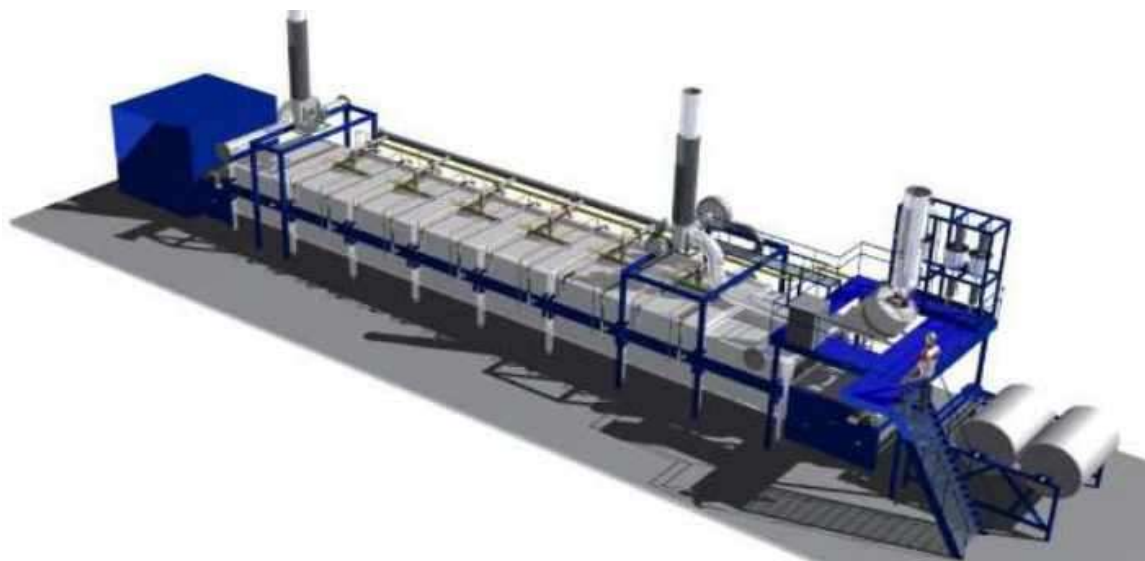
### Рис. 3.1. Натуральное сырье:

Увеличение количества ПАВ в шихте более чем на 5% приводит к увеличению температуры вспенивания на 12-15°C на каждый добавленный процент, а уменьшение ее количества с 3,0 до 0,0% приводит к резкому увеличению в объеме. водопоглощение от 3 до 30-40%.

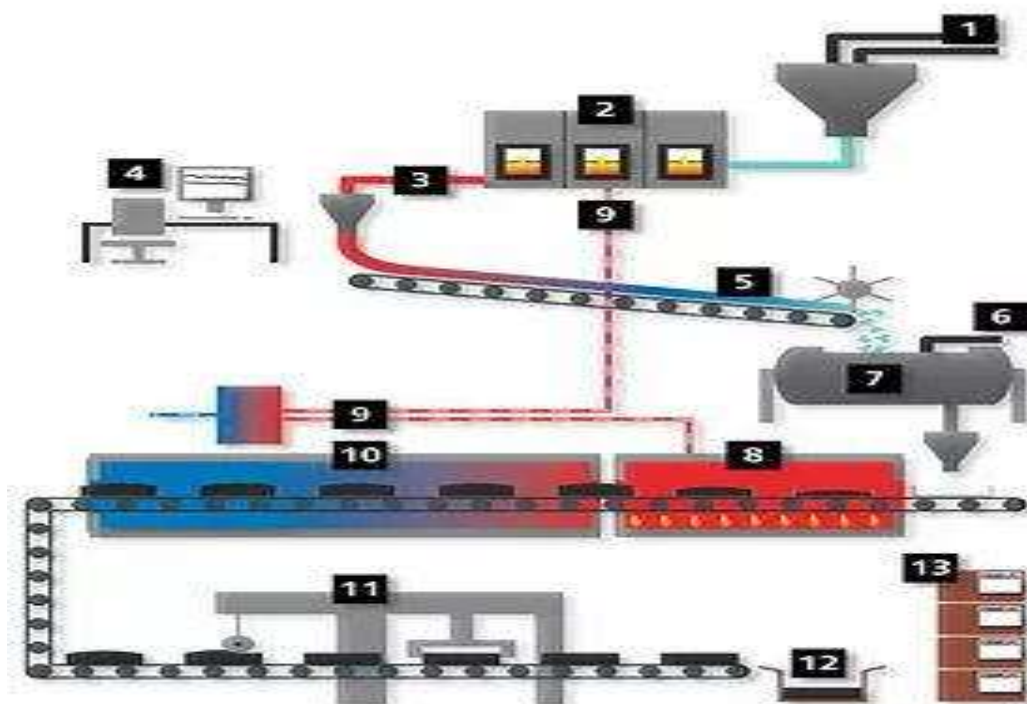
### 3.4. Основные технологические процессы и оборудование

Стеклянные гранулы и битое стекло измельчают с помощью выдувной

мельницы (угольной) с использованием мелких шаров и шаровых мельниц в формах из огнеупорной стали с покрытием из каолина (рис.



3.2).



1 шаровая мельница; 2-смеситель; 3-х туннельная печь.

**Рисунок 3.2. Технологическая схема производства пеностекла.**

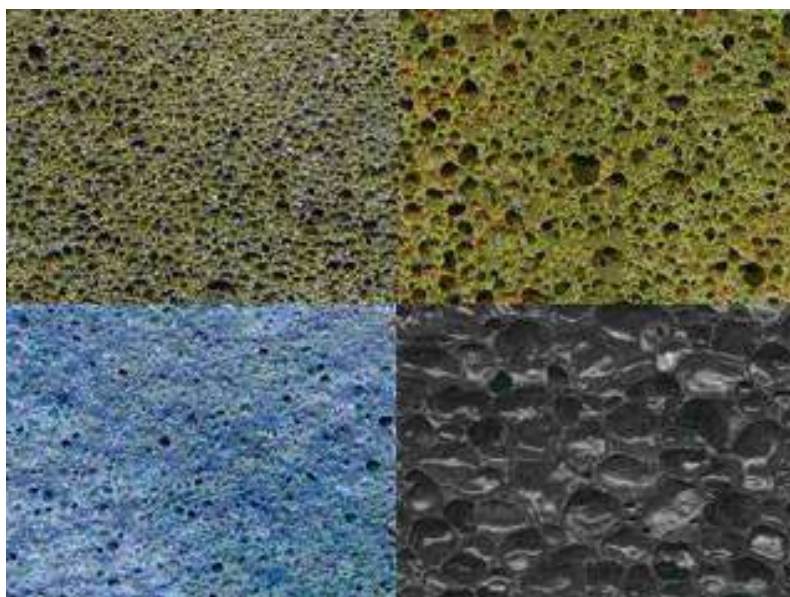
Формы на тележке и роликовом конвейере заливаются в туннельную печь. Под воздействием высоких температур частицы стеклянного порошка размягчаются и спекаются. Газы, выделяющиеся при горении и разложении выдувного вещества, разбухают липкую стеклянную массу. После охлаждения образуется ячеистый материал. Медленное охлаждение (отжиг)

обеспечивает равномерное охлаждение изделий по всему объему, поэтому они не испытывают внутренних напряжений и трещин. Холодильные продукты распиливаются, устанавливаются на транспортировочное оборудование и упаковываются. Результатом этих этапов производства являются пеностеклянные блоки. По химическому составу пеностекло на 100% такое же, как у классического стекла, и содержит оксиды кремния, кальция, натрия, магния и алюминия. Газовая среда полностью закрытых стеклянных ячеек не взаимодействует с атмосферой и состоит в основном из оксида углерода и соединений. Давление газовой среды в ячейках на порядок ниже атмосферного, поскольку процесс вспенивания происходит за счет выделения газов с коксом, антрацитом и теплом при температуре около 1000°С. Из-за набухания и вспенивания газа объем баллона увеличивается в 15 раз. Сборная структура пеностекла, стенки ячеек и отсеки которого изготовлены из прочного материала, такого как стекло, определяет удельную прочность пеностекла и его способность выдерживать механические нагрузки. Узел и соединительная матрица конструкции из пеностекла - это наиболее оптимальная пространственно-объемная конфигурация, способная выдерживать максимальные нагрузки при минимальных плотностях. Основные параметры камеры из пеностекла характеризуются следующими параметрами: средний диаметр ячейки составляет 2000 мкм, а толщина стенки ячейки варьируется от 20 до 100 мкм.

### **3.5. Основные свойства материалов.**

Теплоизоляционный материал сырье пеностекло Пеностекло - легкий пористый материал. Пеностекло по структуре похоже на твердую мыльную пену. Размер ячеек пены может составлять от долей миллиметра до сантиметра. Цвет материала варьируется от светло-кремового до черного (обычно зеленовато-серого), но в зависимости от состава стекла и смеси он может иметь практически любой цвет (рис. 3.3).





**Рисунок 3.3. Вырезать из цветного пеностекла.**

Пеностекло - это полностью неорганический теплоизоляционный материал, термообработанный при температуре 700-800°C. Согласно протоколу т / ф № 17 испытательной пожарной лаборатории от 16.08.2005 не горит, не поддерживает горение и относится к группе негорючих материалов (НГ). Пределы огнестойкости при потере теплоизоляции 40, 80 и 100 мм составляют 30, 45 и 60 минут соответственно. Таким образом, этот материал позволяет значительно снизить пожароопасность зданий и сооружений, построенных с его использованием, и предотвратить его распространение в случае пожара, что значительно снижает ущерб. Пеностекло - это материал плотностью от 100 до 600 кг/м<sup>3</sup>, состоящий из большого количества стеклянных ячеек, даже механическое разрушение некоторых из которых не приводит к потере текучести. Этот материал можно использовать одновременно для гидроизоляции и теплоизоляции (кровли, автостоянки, пандусы и т. Д.), А также для создания плавучих конструкций различного назначения. Паропроницаемое пеностекло позволяет создавать закрытые конструкции, обеспечивающие комфортный микроклимат в помещении. Паронепроницаемое пеностекло обеспечивает непроницаемость любой поверхности для пара и воды. Пеностекло - это жесткий и несжимаемый материал благодаря своей ячеистой структуре и свойствам стекла. Прочность

на сжатие зависит от плотности материала и варьируется от 5 до 75 кг/см<sup>2</sup>.

Пеностекло - это пеностекло. Следовательно, его химическая стойкость соответствует стойкости стекла. Он инертен ко всем средам, кроме сильных щелочей и растворов плавиковой кислоты. Химическая стойкость, твердость, негорючесть, легкость материала делают его неотъемлемой частью его использования в качестве теплоизолятора в агрессивных средах. Пеностекло - это пеностекло, которое является ячеистым неорганическим материалом. Экологичность как обычное стекло. Экологичность пеностекла позволяет широко использовать его в пищевой и фармацевтической промышленности. Кроме того, само производство пеностекла имеет экологическую направленность, так как позволяет использовать любые котлеты и отходы производства стекла, а использование пеностекла из экологически опасных теплоизоляционных материалов, таких как асбест или экологически чистые, позволяет избавиться от вредной и легковоспламеняющейся пены и др. экологически чистое пеностекло, не содержащее органических соединений. Поэтому этот материал не едят грызуны и насекомые. Таким образом, пенопластовые окна можно использовать на складах, пищевых складах, дачных участках, коттеджах, утеплять холодильные камеры и т. Д. может быть очень эффективным в строительстве.

### **3.6. Основные характеристики.**

Коэффициент теплопроводности пеностекла зависит от марки по плотности отливки, но обычно находится в диапазоне 0,045-0,16 Вт/м К. В таблице 3.1 приведены основные свойства монолитного стекла (гравий, гравий). Показатель в единицах насыпной плотности. Насыпной вес, кг/м<sup>3</sup>. Теплопроводность, Вт/(м К), не много.

Коэффициент теплопроводности пеностекла зависит от марки по плотности отливки, но обычно находится в диапазоне 0,045-0,16 Вт/м К.

**Основные особенности монолитных окон (щебень, разрушенный камень)**

Общий уровень плотности	Общая плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность не должна превышать Вт/(м К).	Сила	Щебень	Разрушенный камень
150	100-150	2-10	0,045	П25	П15
200	151-200		0,053	П35	П25
250	201-250		0,062	П50	П35
300	251-300		0,073	П75	П50
350	301-350		0,085	П100	П75
400	351-400		0,097	П125	П100
450	401-450		0,11	П150	П125
500	451-500		0,13	П200	П150
600	501-600		0,16	П200	П150



**Рисунок 3.4. Теплоизоляционные материалы из минерального волокна.**

Теплоизоляционные материалы - это материалы, предназначенные для минимизации передачи тепла в окружающую среду через внутренние конструкции зданий и оборудования, а также трубопроводы ( $\lambda < 0,175$  Вт/(м К),  $\rho < 600$  кг/м<sup>3</sup>).

Теплоизоляция - это строительный материал и изделие, предназначенное

для теплоизоляции конструкций зданий и сооружений, а также различных промышленных сооружений, оборудования, труб, холодильников и транспортных средств.

Главной особенностью теплоизоляционных материалов (ПМ) является их высокая пористость и, как следствие, низкая средняя плотность и низкая теплопроводность.

Использование теплоизоляционных материалов в строительстве позволяет повысить уровень индустриализации работ, так как они производят крупногабаритные сборные конструкции и детали, уменьшают массу конструкций, уменьшают потребность в других строительных материалах (бетон, кирпич, дерево и другие), снизить расход топлива на отопление зданий, снизить теплопотери в промышленных установках. Теплоизоляционные материалы обеспечивают комфорт в жилом пространстве, улучшают условия труда на рабочем месте.

В некоторых материалах, особенно волокнистых, при увеличении средней проводимости теплопроводность сначала резко уменьшается, а затем увеличивается пропорционально увеличению средней плотности материала. Это можно объяснить увеличением конвекции теплопроводности при очень низких средних плотностях и большом количестве больших отверстий.

По мере увеличения плотности увеличивается процент теплопередачи за счет теплопроводности. Другими словами, особо легкие теплоизоляционные материалы не обладают минимальной теплопроводностью.

Выбор толщины теплоизоляции зависит от необходимости создания необходимого теплового сопротивления стены, которое определяется исходя из условий энергосбережения в соответствии с требованиями ГОСТ 23-02-2003 для разных регионов России в зависимости от климатических условий.

Это привело к большим потерям тепловой энергии через поверхности зданий, сооружений, отопительные каналы и отопительные приборы.

По старым меркам они прибыли в конце двадцатого века. До 30%

годовых топливно-энергетических ресурсов России.

Одними традиционными материалами эту проблему не решить (например, необходимо увеличить толщину кирпичной стены в 3 раза).

Заданных значений термического сопротивления облицовочных конструкций можно достичь только с помощью специальных высокоэффективных теплоизоляционных материалов.



**Рисунок 3.5. Теплоизоляционные материалы.**

Ежегодно на отопление зданий расходуется 240 миллионов тонн условного топлива, что составляет 20% от общего энергопотребления России.

Потери тепла складываются из потерь тепла через само здание, внутренние конструкции, чердачные этажи, окна и системы вентиляции. Распределение теплопотерь по разным элементам здания при нормированном тепловом сопротивлении.

Основным способом снижения энергозатрат на отопление зданий является повышение термического сопротивления ограждающей конструкции за счет широкого использования теплоизоляционных материалов.

Теплоизоляционные материалы - это в основном местные строительные материалы.

Ассортимент теплоизоляционных материалов широк: согласно ГОСТ 16381 они классифицируются по следующим основным характеристикам: форма и внешний вид; структура; вид сырья; средняя плотность; жесткость (относительная деформация сжатия); теплопроводность; воспламеняемость.

Теплоизоляционные материалы следует рассматривать как местные материалы. Из-за малого веса их невыгодно перевозить на большие расстояния, так как грузоподъемность автомобилей не используется в полной мере. Например, автомобиль грузоподъемностью 60 тонн может перевозить не более 10 тонн теплоизоляционных материалов. Другие свойства теплоизоляционных материалов (твердость, термостойкость, паропроницаемость, влагопоглощение, воздухопроницаемость, химическая стойкость и т. Д.) Варьируются в очень широком диапазоне - в зависимости от характеристик их применения (таблица 3.2).

3.2-jadval.

Название теплоизоляционных материалов	Вентилируемые фасады	Внешняя изоляция	Внутренняя изоляция	Монтаж скважины (средний слой)	Трехэтажные панели	Сэндвич-панели
Камень	+	+	+	+	+	+
Стекловолокно	+	+	+	+	+	+
Пенополистирол	-	+	+	-	+	+
Пенополистирол экструдированный	-	+	+	+	+	+
Полиуретановая пена	-	+	+	-	+	+

Вспененный полиэтилен - это материал на основе полиэтилена с закрытой пористой структурой.

- Теплопроводность - 0,041 - 0,051 Вт/мК;
- Плотность (жесткость) - 20 - 50 кг/м<sup>3</sup>;

- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - Г1 - Г2;
- негигроскопичен;
- Долговечность - 80 - 100 лет;
- Нужна защита от солнца.

Минеральная вата - тепло- и звукоизоляция в основном получается в результате плавления вулканических пород.

- Теплопроводность - 0,032 - 0,048 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 30 - 220 кг/м<sup>3</sup>;
- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - НГ;
- Долговечность - 25 - 35 лет;
- высокая химическая стойкость;
- Хорошая паропроницаемость.

Пеностекло - это теплоизоляционный материал с массой пеностекла.

- Теплопроводность - 0,04 - 0,08 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 120 - 200 кг/м<sup>3</sup>;
- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - НГ;
- Долговечность -  $\geq 100$  лет;
- Высокая прочность на сжатие.

Poliuretan ko'pik-yopiq uyali tuzilishga ega bo'lgan qattiq yoki yarim qattiq material.

- Теплопроводность - 0,019 - 0,035 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 8 - 750 кг/м<sup>3</sup>;
- Горючесть (пожаробезопасность) - Г1 - Г2;
- Долговечность -  $\geq 30$  лет;
- Высокая химическая и биологическая стойкость;
- Беречь от солнца.

Пенополистирол - это жесткая ячеистая структура, полученная спеканием гранул полистирола или одного из его сополимеров.

- Теплопроводность - 0,037 - 0,042 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 20 - 50 кг/м<sup>3</sup>;

- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - G1;
- Долговечность -  $\geq 60$  лет;
- Неигроскопичен;
- низкая прочность на сжатие.

Пеноизол-мочевина относится к группе пенорганических утеплителей низкой плотности.

- Теплопроводность - 0,03 Вт/мК;
- Плотность (твердость) -  $\leq 20$  кг/м<sup>3</sup>;
- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - G2 - G3;
- Долговечность -  $\geq 50$  лет;
- Высокая химическая и биологическая стойкость.

Стекловолокно - это волокнистый минеральный теплоизоляционный материал, разновидность минеральной ваты.

- Теплопроводность - 0,03 - 0,052 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 30130 кг/м<sup>3</sup>;
- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - G1;
- Долговечность - 25 лет;
- высокая химическая стойкость;
- Высокое водопоглощение.

Фибролит - это волокно из цемента, воды и дерева, длина которого составляет полметра или более.

- Теплопроводность - 0,08 - 0,1 Вт/мК;
- Плотность (твердость) - 300 - 500 кг/м<sup>3</sup>;
- Воспламеняемость (пожарная безопасность) - G1;
- Долговечность - 50 - 60 лет;
- Высокая прочность на сжатие и изгиб.

Целлюлозный утеплитель - это серый или светло-серый рыхлый легкий волокнистый конструкционный изоляционный материал. Около 80% газетной бумаги состоит из макулатуры и 20% нелетучих антипиренов.

- Теплопроводность - 0,036 - 0,041 Вт/мК;



- Плотность (твердость) - 28 - 65 кг/м<sup>3</sup>;
- Горючесть (пожаробезопасность) - Г1 - Г2;
- Долговечность -  $\geq 70$  лет;
- низкая прочность на сжатие.

Таблица 3.3.

### Сравнение физико-механических свойств теплоизоляционных материалов.

Характеристика сравнения типов материалов	Область применения	Плотность кг / м <sup>3</sup>	Теплопроводность, Вт / мК	Воспламеняемость	Цена, сумма
Вспененный полиэтилен	стены, прилегающие друг к другу	20-50	0,041-0,051	G1-G2	1200-2000
Минеральная вата	стены	30-220	0,032-0,048	NG	1500-3000
Пена стекло	стены, крыши, потолки	120-200	0,04-0,08	NG	500-1000
Полиуретановая пена	стены, потолок	8-750	0,019-0,035	G1-G2	1500-2500

### 3.7. Свойства теплоизоляционных материалов.

#### 1. Форма и внешний вид:

- детали (плиты, блоки, кирпичи, цилиндры, полуцилиндры, сегменты);
- обмотанные и проводные (коврики, веревки, комплекты);
- однотонные и рыхлые (хлопок, перлитовый песок).

#### 2. Содержание:

- волокно (минеральная вата, стекловолокно и др.);
- зернистость (перлит, вермикулит);
- ячеистые (газобетон, пеностекло, пенопласт и др.).

#### 3. Тип сырья: -органическое:

- органический;

-сочинение.

#### **4. Средняя плотность:**

- Очень низкая плотность (сорта 15, 25, 35, 50, 75);
- низкая плотность (марки 100, 125, 150, 175);
- средней плотности (классы 200, 225, 250, 300, 350);
- неожиданно (марки 400, 450, 500, 600).

#### **5. Твердость:**

- мягкий (М) - сжатие более 30% при определенной нагрузке 0,002 МПа (минерал и стекловолокно);

- полужесткие (П) - сжатие от 6 до 30% при известной нагрузке 0,002 МПа (плиты из минеральной ваты и штапельного волокна с синтетическим связующим);

- твердый (F) - сжатие до 6% при определенной нагрузке 0,002 МПа (плиты из минеральной ваты на синтетическом или битумном связующем);

- повышенная твердость (RH) - сжатие до 10% при определенной нагрузке 0,04 МПа (плиты из минеральной ваты с повышенной твердостью на синтетическом связующем);

- твердые (Т) - сжатие до 10% при особых нагрузках до 0,1 МПа.

#### **6. Теплопроводность:**

- Класс А - низкая теплопроводность - до 0,06 Вт/м К;
- класс В - средняя теплопроводность - от 0,06 до 0,115 Вт/м К;
- Класс С - высокая теплопроводность от 0,115 до 0,175 Вт/м К.

#### **7. Воспламеняемость:**

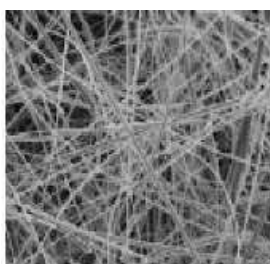
- беспламенный (НГ);
- негорючие (G1);
- умеренно горючие (G2);
- обычно легковоспламеняющиеся (G3);
- легковоспламеняющиеся (G4).

### 3.8. Состав и свойства теплоизоляционных строительных материалов.

1. Основная особенность теплоизоляционных материалов - большое количество пустот в материале. Газы, заполняющие поры, имеют гораздо более низкую теплопроводность, чем твердые тела (это связано с расстоянием между молекулами газа, которое затрудняет им передачу тепловой энергии). Таким образом, теплопроводность воздуха  $\lambda = 0,023$  Вт/(м К). Это значение используется для передачи тепла через покоящийся воздух. Движение воздуха (особенно конвекция) способствует более сильному теплообмену. Поэтому теплоизоляционный материал должен состоять в основном из воздуха, который не может двигаться. Это возможно, если материал имеет одну из следующих структур:



Тонкая ячейка



Толали



Мелкие частицы



Ламеллярный

**Рисунок 3.6. Состав теплоизоляционных строительных материалов.**

Для первых двух типов материалов возможно максимальное количество воздуха, т.е. максимальная пористость. Для материалов с ячеистой структурой (например, пенопласта) пористость может достигать 95 ... 98%, для волокнистых материалов (например, минеральной ваты) - 90 ... 95%. Доступны смешанные строительные материалы.

Структура материала прочного каркаса также влияет на его теплопроводность. Если вещество имеет кристаллическую структуру, то его атомы расположены в правильном порядке; что предопределяет его высокую теплопроводность. Вещества со стекловидной структурой не имеют такого

расположения атомов. Следовательно, одно и то же вещество в стеклянном состоянии имеет в несколько раз меньшую теплопроводность, чем в кристаллическом состоянии.

Большинство неорганических теплоизоляционных материалов; вещество, образующее каркас, имеет стекловидную структуру (минеральная вата, пеностекло и др.). Существенно влияет на теплопроводность и однородность структуры материала.

Средняя плотность материала во многом зависит от его пористости. Однако пористость является основным фактором теплопроводности материала. Поэтому в определенных пределах

С достаточной точностью связь между плотностью и теплопроводностью можно считать линейной. Чем ниже средняя плотность материала, тем больше дырок и ниже теплопроводность. Следовательно, вы можете использовать среднюю плотность материала для описания теплопроводности ( $\lambda$ ).

Установлены следующие марки теплоизоляционных материалов ( $\text{кг м}^3$ ): D15, D25, D35, D50, D75, D100, D125, D150, D200, D250, D300, D350, D400, D500, D600. На целесообразность установления класса плотности теплоизоляционных материалов указывает простота расчета плотности по сравнению с определением теплопроводности.

Влага оказывает значительное влияние на теплопроводность материалов, поскольку вода, которая обменивается воздухом в порах материала, имеет  $\lambda = 0,58 \text{ Вт/(м К)}$ , что в 25 раз больше, чем у воздуха.

Когда вода замерзает, теплопроводность материала увеличивается, поскольку для льда  $\lambda = 2,32 \text{ Вт/(м К)}$ . Поэтому теплоизоляционные материалы должны до минимума впитывать влагу и оставаться сухими во время эксплуатации.

Способы достижения этого - конструктивные меры по обеспечению закрытой пористости, гидрофобности материала и сухого состояния теплоизоляции. Для теплоизоляции не требуются гигроскопичные

материалы. При использовании внутри помещений важна газо- и паропроницаемость материала. При низкой паропроницаемости теплоизоляционного материала влага может накапливаться в месте соприкосновения с другим материалом, что может привести к развитию негативных процессов вплоть до обрушения конструкции.

Термическое сопротивление (термостойкость) оценивается по ограниченной температуре использования материала. Он зависит от химического состава материала и не превышает 10 ... 150°C для органических материалов.

Минеральные изоляционные материалы в зависимости от своего состава выдерживают нагрев до 500...800°C. Для высоких температур изготавливается специальная жаропрочная и огнеупорная теплоизоляция.

Химическая и биологическая стойкость. Высокая пористость теплоизоляционных материалов и большая площадь поверхности делают их уязвимыми для воздействия химически агрессивных веществ. Органические вещества, встречающиеся в природе, легко разлагаются при повышении влажности. Многие изоляционные материалы были повреждены грызунами.

Прочность на сжатие теплоизоляционных материалов относительно невысока и составляет 0,2 ... 2,5 МПа. Показателем стабильности качества материалов является напряжение при сжатии деформации 10%, поскольку сжатие материала увеличивает его теплопроводность.

Материалы с прочностью > 2,5 МПа могут использоваться для герметизации независимых (самонесущих) конструкций. Менее прочный, используется при прикреплении к носителю, материалу или для заполнения промежутков в нем. В любом случае прочность теплоизоляционного материала должна быть такой, чтобы его можно было безопасно транспортировать, хранить, устанавливать и эксплуатировать.

Сделать теплоизоляцию можно двумя способами:

- 1) На заводе (слой теплоизоляции на стеновых панелях, облицовочных панелях, сэндвич-панелях);

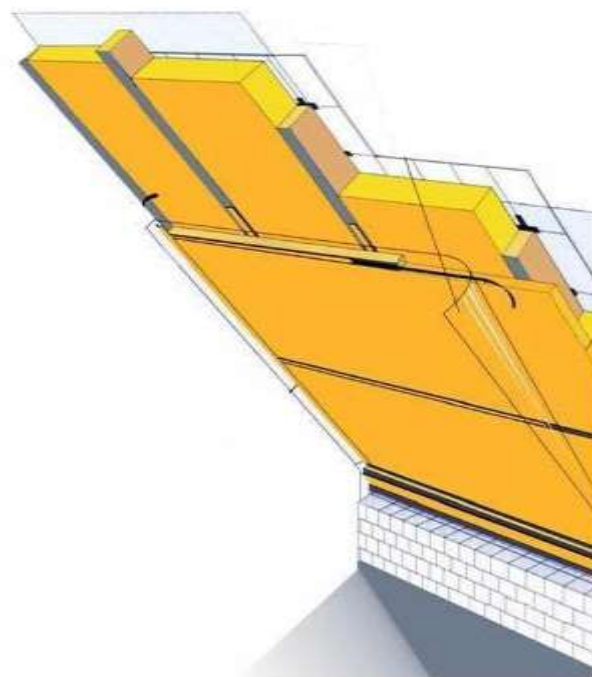
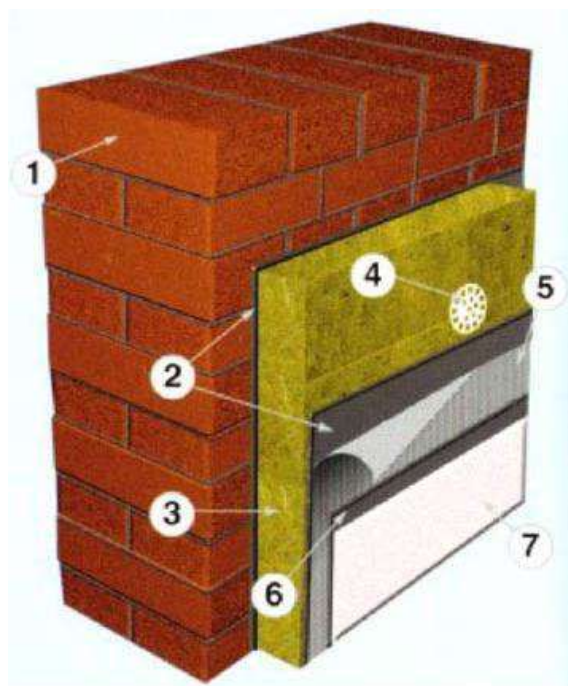
2) прямо на строительной площадке.

Первый тип утеплителя отличается твердостью, прочностью и относительно высокой плотностью (до 1200). Основными качествами теплоизоляции для утепления на строительной площадке должны быть гибкость, пластичность и минимальная плотность до 600.

Преимущество изоляции стен путем включения в конструкцию слоя теплоизоляции состоит в том, что это удобно при изготовлении герметизирующей конструкции на заводе. Недостатками такого решения может быть необходимость в конденсации, пароизоляции на внутренних поверхностях конструкции.

Теплоизоляция, производимая в строительной среде, обычно состоит из основного теплоизоляционного слоя, внешнего защитного слоя и крепежных элементов.

В зависимости от пространственного положения утепляемых поверхностей теплоизоляция зданий бывает горизонтальной, наклонной и вертикальной, а в зависимости от способов устройства - шпательной, мастичной, литой, ограждающей, сборной и сборно-блочной.



1 - утепленная стена; 2 - клеевой состав; 3 - плита утеплителя;  
4 - дюбель; 5 - армирующая стеклоткань; 6 - выравнивающий слой;

7 - финишный слой.

### **Рисунок 3.7. Пространственное положение утепленных поверхностей стен.**

Заливной утеплитель устанавливается на горячие и холодные поверхности. Для заполнения используются волокно, порошковые и сыпучие материалы - минеральная и стекловата, пенопласт, перлитовый песок, пемза, торф, зола.

Вспененный перлитовый песок применяется для заливки теплоизоляции при температуре утепляемой поверхности от -100 до + 875°С.

На горизонтальную поверхность механизированная начинка подается, укладывается и разравнивается плоским слоем заданной толщины с необходимой плотностью до достижения проектной плотности. Готовую теплоизоляцию необходимо изолировать от внешних воздействий - атмосферных осадков, выдувания, любых механических повреждений и деформаций.

Мастичная изоляция обычно используется для изоляции труб с горячими и холодными поверхностями. На горизонтальные поверхности мастика наносится полосами без дополнительных креплений.

Теплоизоляция с покрытием характеризуется использованием гибких материалов и изделий, в частности минерального войлока, алюминиевой фольги и подобных материалов.

Комбинированная блочная теплоизоляция состоит из отдельных сборных элементов - плит, плиток, оболочек, сегментов.

Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия термостойкие, негорючие, неразлагаемые. Как упоминалось выше, наибольшее распространение получили продукты на основе минеральной ваты. Изделия из асбеста, перлит и вермикулит, диатомит, трипол, пеностекло, пенобетон и изоляция из пенобетона.





**Рисунок 3.8. Теплоизоляционные материалы.**

Термин «минеральная вата» включает всю волокнистую изоляцию, полученную из минерального сырья.

Минеральная вата - это высокопористый материал, что определяет его высокие теплоизоляционные свойства. По популярности это один из первых теплоизоляционных материалов.

Это связано с его многочисленными преимуществами:

- Удобство и невысокая стоимость использования (технология производства простая, сырье доступно);
- Отвечает всем требованиям пожарной безопасности (выключен);



-негигроскопичен (при контакте с водой сразу возвращается и обеспечивает хорошую вентиляцию);

-обеспечивает звукоизоляцию и высокую морозостойкость;

-имеет долгий срок службы.

Минеральная вата при всех своих достоинствах имеет ряд недостатков:

теряет изоляционные свойства при контакте с водой:

-требует дополнительных слоев пароизоляции и гидроизоляционной пленки при установке;

- имеет меньшую прочность, чем другие материалы (например, пеностекло).

Если взять 100% всех теплоизоляционных материалов, используемых в строительстве, то на долю минеральной ваты приходится около 80%.

В зависимости от вида сырья минеральная вата делится на камень, торфяное стекло. Сырьем для производства каменного волокна являются диабаз, базальт, известняк, доломит, глина и другие.

Шлаковую вату получают из доменных печей, куполов и мартенситного торфа, а также из цветных металлургических шлаков.

Стекловолокно используется для изготовления стекла, а также смеси, близкой по составу к битому стеклу.

Минеральная вата изготавливается из искусственных минеральных волокон. Его производство включает в себя две основные технологические операции - получение раствора и превращение его в лучшие волокна. Раствор, как правило, получают в шахтных плавильных печах - купольных или банных печах.

Таким образом, минеральная вата представляет собой тонкое и гибкое волокно, полученное путем охлаждения минерального раствора, который ранее был измельчен на капли и растянут в пряжу.

Минеральная вата высокого качества производится методом центробежного выдувания.

Его технологические особенности заключаются в том, что

раствор из печи попадает в емкость, имеющую на дне множество мелких отверстий (форм). Раствор проходит через формы и превращается в тонкие струйки диаметром 1-2 мм, после чего взрывается.

Небольшая толщина выдувных струй гарантирует, что в них практически отсутствуют неволокнистые добавки. Процесс преобразования волокна в волокно осуществляется в волоконных камерах для всех волоконных методов.

Полученное волокно попадает на дно камеры, которая представляет собой ленточно-пластинчатый конвейер. Воздух всегда всасывается снизу вверх, что помогает волокнам опускаться.

На выходе из камеры для волокна вату предварительно скручивают, разрезают на отдельные листы или заворачивают в лист бумаги. Волокна минерального хлопка обычно имеют длину от 2 до 10 мм и диаметр не более 8 микрон. Сорт минеральной ваты определяется с доплатой 0,002 МПа. Теплопроводность не превышает 0,04 Вт/(м К).





**Рисунок 3.9. Технология производства минеральной ваты**

В нашей стране и за рубежом существует сеть заводов, производящих широкий ассортимент продукции из минеральной ваты. Основная продукция - теплоизоляционные маты и синтетические плиты.

Каменный хлопок по своей природе является биологически стойким материалом. На его поверхности не развиваются болезнетворные микроорганизмы. Теплоизоляционные материалы из каменной ваты соответствуют требованиям пожарной безопасности, имеют пожарную классификацию «NG group», могут использоваться без ограничений в любом типе строительства. Например, цилиндры из минеральной ваты используются для труб, которые подвергаются самым высоким температурам. Объектами

применения могут быть: отопительные и водопроводные трубы в зданиях; технологические и отопительные трубы, а также трубы электростанций; дымовые и канализационные трубы; вентиляционные каналы, без противопожарного и теплоизоляционного покрытия или с покрытием из металлических пластин или ПВХ.

Сыпучая минеральная вата является побочным продуктом производства изделий из минеральной ваты (тарелок, матов, цилиндров и т. Д.). Имеется в виду «стружка», полученная при производстве продукции, а затем ее диспергирование (измельчение) на специальном станке.

Поставляется в потребительских мешках, порожних и порожних емкостях объемом 0,3 и 0,5 м<sup>3</sup>. В некоторых случаях сыпучая минеральная вата гранулируется в специальных вращающихся барабанах и используется при производстве тепло- и звукоизоляционных изделий.

Стекловата Название Glass packing не случайно, она изготавливается из того же сырья, что и обычное стекло - соды, извести, кварцевого песка. Стекловату в основном получают методом пуховки. Особенность производства в том, что при упаковке товар печатается 4 раза в оригинальном объеме.

Это было сделано для более эффективного использования за счет уплотнения транспортных средств. Благодаря своей высокой гибкости изоляционный материал быстро восстанавливает свой первоначальный размер после распаковки и ввода в эксплуатацию. Стекловата содержит небольшое количество неволоконистых добавок и устойчива к вибрации. Стекловату можно купить в рулонах, а также в виде пластин или цилиндров. Последний вариант используется для утепления труб.



**Рисунок 3.10. Минеральный вата.**

Стекловата имеет те же преимущества, что и минеральная вата. Но он более прочный и звукоизоляционный. Однако термостойкость стеклопакетов ниже, чем у базальтовых минеральных плит, и не превышает  $450^{\circ}\text{C}$ . Однако, если этот материал используется для технической изоляции, это очень важно.

Преимуществами таких плит являются: низкое влагопоглощение и высокая прочность; высокая огнестойкость (материал выдерживает температуру до  $1000^{\circ}\text{C}$ ); сопротивление деформации и долговечность.

Каолиновая вата и изделия на ее основе относятся к высокотемпературной теплоизоляции. Температура нанесения  $1250-1500^{\circ}\text{C}$ .

Сырьем для производства каолиновой ваты является каолиновая глина и чистый кварцевый песок. Раствор получают в электродной печи (точка плавления  $1750^{\circ}\text{C}$ ). Рабочая зона печи состоит из плавильной и рабочей зон. Зона плавления оборудована тремя графитовыми электродами, рабочая зона - двумя.

Поток раствора продувают паром под давлением  $0,6-0,8$  МПа с помощью нагнетательной трубки.

Средняя плотность каолиновой ваты  $60-80$  кг/м<sup>3</sup>. Теплопроводность каолина зависит от температуры и сжатия волокна во время укладки. При сжатии ваты, т.е. с уменьшением размера пор, теплопроводность уменьшается при высоких температурах из-за уменьшения теплопроводности за счет излучения и конвекции.

В продуктах, содержащих каолиновую вату, в качестве связующих

используются силикатное (жидкое) стекло, глиноземистый цемент, огнеупорная глина и кремнийорганические связующие.



**Рисунок 3.11. Минеральный вата.**

Каолиновый хлопок очень устойчив к вибрации, инертен к воде, пару, маслам и кислотам, имеет высокую термостойкость (до 1500°C) и не смачивается жидкими металлами.

Асбест - это название, данное минералам со структурой волокон змеевика или амфибола, которые могут распадаться на тонкие волокна при механическом воздействии. По химическому составу асбестовые минералы представляют собой гидратированные силикаты магния, железа, кальция и натрия. Волокнистая структура наиболее ярко выражена в асбесте группы серпентинов, основным типом которого является хризотилковый асбест ( $2\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), поэтому он наиболее широко используется в промышленности. На хризотилковый асбест приходится 96% мирового производства асбеста. Волокна хризотил-асбеста обладают высокой прочностью на растяжение вдоль оси и мягкие.

Пенистый асбест получают первой тонкой механической заливкой первого типа мягкого текстурированного асбеста с последующим дополнительным диспергированием волокна химическими реагентами. В результате это один из самых легких теплоизоляционных материалов со средней плотностью 25-60 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,028-0,45 Вт/(м·К). Ограниченная температура применения 400°C. Используется как тепло- и радиозащитный материал.





Картон асбестовый для теплоизоляции труб с рабочей температурой до 500°C и защиты древесины и легковоспламеняющихся предметов.

Асбесто-магние́вый порошок для теплоизоляции промышленного оборудования до 350°C.



Асбестовый шнур для теплоизоляции промышленного оборудования и труб.



Асбестовая бумага. Он может быть гладким и волнистым. Используется как гладкая прокладка в изоляции труб. Гофрированный для производства ячеистого асбестового картона.

**Рисунок 3.12. Теплоизоляционные материалы для промышленного оборудования.**

**Вермикулит** - это материал, производный от группы гидромидов, образованной из биотита или флогопита под влиянием гидротермальных процессов в земной коре.

Вспученный вермикулит - это сыпучий пористый материал в виде частиц серебра и золота, который получают расширением в шахтных и горизонтальных печах при температуре 900-1200°C, содержащий воду, связанную между элементарными слоями. При удалении воды частицы сырого вермикулита увеличивают свой первоначальный объем в 15-20 раз и более. Коэффициент теплопроводности увеличивается с 0,048-0,1 Вт/(м·К) при 100°C и до 0,14-0,18 Вт/(м·К) при повышении температуры до 400°C.

Материал обладает высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, не токсичен, не вызывает коррозии, не имеет запаха и предотвращает распространение плесени. Его уникальные технические характеристики - высокая термостойкость, огнестойкость, отражательная способность.

На основе вспученного вермикулита готовят: известь с вермикулитовым наполнителем; огнезащитные покрытия для металлических конструкций, покрытия для ДСП и ДВП для повышения огнестойкости и декоративности; теплоизоляционные плиты, оболочки, сегменты; теплоизоляция монолитным вермикулитом для прокладки стальных труб без воздухопроводов.



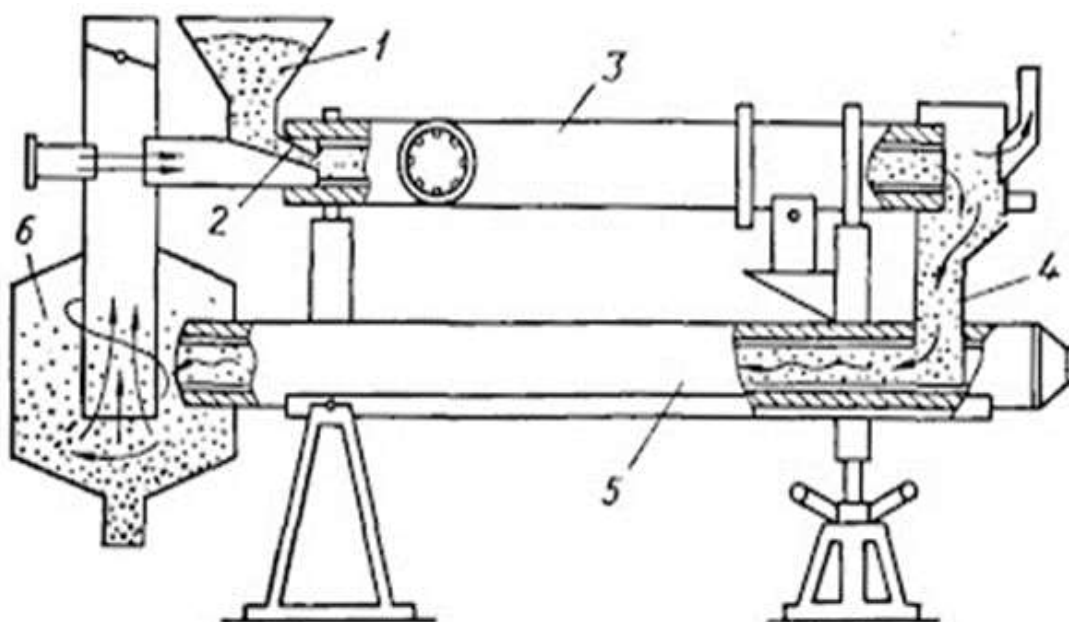
Вермикулитовый песок.



Вермикулитовый гравий.

**Рисунок 3.13. Вермикулитовое сырье.**





1 загрузочная емкость, 2 питателя, 3 сушильных барабана,  
4-питатель перлита, 5-трубная печь, 6-циклон.

**Рисунок 3.14. Комбинированный огнетушитель.**

Вспученный перлит получают путем дробления и сжигания перлита, обсидиана и других вулканических пород со стекловидной структурой, содержащих небольшое количество гидратированной воды (3-5%). При быстром нагревании до температуры 800-1000°C вода испаряется, а размягченная порода разбухает. Распадается на сферические зерна в 5-10 раз и более (пористость зерна 80-90%).

Вспученный перлит используется в качестве теплоизоляционного наполнителя. Он используется для формирования теплоизоляционных материалов (плит, оболочек, сегментов, кирпичей) или для образования перлитно-приемлемых клеев, в том числе теплоизоляционных, звукоизоляционных гипсовых смесей, строительных растворов и бетонных смесей. Готовятся впитывающие и декоративные штукатурки. Строительные и теплоизоляционные изделия (стеновые камни, перегородки) изготавливаются на основе перлитового песка и гравия.



Перлитовый гравий.



Перлитовый песок.

**Рисунок 3.15. Перлитовый гравий и песок.**

Шунгизит - относительно новый тип пористых агрегатов, получаемых при набухании шунгитовых пород Карелии. Шунгитовый сланец представляет собой скальную породу с плотной структурой, которую перерабатывают, измельчают, сортируют и обжигают во вращающихся печах при температуре 1100-1150°C для получения легких заполнителей.

В результате получается сыпучий материал средней плотностью 200-450 кг/м<sup>3</sup>. Применяется как заполнитель при производстве легких и легких (теплоизоляционных) бетонов, а также в качестве наполнителя теплоизоляции.

Продукт охлаждения стакана раствора натрия или калия - это гранулы, полученные набуханием бутылки с растворимой водой или куска силиката. Средняя плотность 200-300 кг/м<sup>3</sup>.



**Рисунок 3.16. Шунгизит.**

Ячеистый теплоизоляционный бетон, полученный смешиванием пенобетона-портландцемента (пенобетон) или извести с кварцевым песком (газосиликатом), набуханием предварительно приготовленной глины (теста) от аэрирующих агентов (алюминиевый порошок, пергидроль). Водопоглощение теплоизоляционного газобетона - до 20% и газосиликата - до 25-30%, поэтому изделия из газосиликата не используются при относительной влажности выше 60%. Ограниченная температура использования обеих марок бетона - 400°С. Для повышения термостойкости газобетона до 700°С портландцемент добавляют в золу от сгорания измельченного топлива.

Плиты из газобетона выпускаются размером 1000 × 500 мм, толщиной 800-200 мм (в пределах 20 мм).





**Рисунок 3.17. Газобетонные блоки.**

Пеностекло производится с использованием порошка спеченного стекла и пенообразователя. Пеностекло имеет высокую пористость - до 95%. Выпускается в виде блоков или плит размером 50x50x (8-14) см. Применяется в качестве утеплителя стен, потолков, полов и крыш при строительстве холодильников, а также для изоляции отопительных приборов и сетей.

Его основные достоинства: водостойкость, долговечность и простота обработки; морозостойкость и негорючесть; долгий срок службы; химическая нейтральность и биологическая стойкость.

Пеностекло также имеет недостатки: оно имеет высокую стоимость и поэтому в основном используется на промышленных предприятиях; не пропускает воздух. Декоративное и теплоизоляционное стекло получается при использовании раствора цветного стекла. Этот материал легко перерабатывать. К недостаткам газированного стекла можно отнести его дороговизну. Удельная стоимость рабочей силы, электроэнергии и топлива при производстве выше, чем при производстве других теплоизоляционных материалов. Эффективность готового продукта значительно снижается при распиловке и дорновании пеностекла.



**Рисунок 3.18. Пенная бутылка.**

### **Производство теплоизоляционных материалов.**

Использование теплоизоляционных материалов - один из важнейших способов экономии энергии, а также важный технологический этап, позволяющий уменьшить толщину элементов конструкции. Теплоизоляционные материалы обладают низкой теплопроводностью и используются для теплоизоляции зданий, промышленного оборудования и труб. Спектр используемых в настоящее время изоляционных материалов очень широк - от пенопластов до композиций из минеральной ваты на основе полимеров и неорганических связующих.

Все теплоизоляционные материалы и изделия из них делятся на несколько групп по разным критериям. Их различают по основному типу сырья: органическое (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, пенополиэтилен, древесноволокнистые изоляционные плиты, изделия из армированного бетона и т. Д.) И неорганическое (базальтовое) волокно, минеральное, керамическое и т. Д. ). Стекловолокно и изделия из него, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, газобетон и др.). По строению:

волокнистый, зернистый (рыхлый), ячеистый. Форма: плоская (тарелки, маты, войлок), рыхлая (хлопок, перлит), шнур (веревки, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). По связующему составу: входит и не входит. Термостойкость: негорючий, почти негорючий и негорючий.

В настоящее время чаще всего используются следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловолокно и изделия из него, перлитные теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, пенобетон (пенобетон, газобетон). и керамзит. С развитием современных технологий отделки фасадов зданий и сооружений российский рынок утеплителей из волокнистых теплоизоляционных материалов на основе композиционных полимеров и неорганических связующих, одной из составляющих которых является разложение поливинилацетата, растет особенно быстро.

Основным компонентом твердой фазы и всех волокнистых теплоизоляционных материалов является волокнистая вата, которую получают из растворов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из высокоплавных и мартенситных шлаков и других отходов металлургического производства. Волокнистый хлопок состоит из волокнистых волокон и неволокнистых добавок, образующихся при затвердевании силикатного раствора. Волокна в среднем 1-10 мкм в диаметре и от 2-3 до 20-30 см в длину. Минеральную вату получают из легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, высокосортных шлаков и их смесей. . Минеральная вата предназначена для производства теплоизоляционных, звуко- и звукоизоляционных изделий, а также в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности, максимальная рабочая температура составляет 600-700°C. При высоких температурах наблюдается спекание минеральных ватных волокон. Базальтовое волокно и каменное волокно получают при плавлении базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и подобных метаморфических пород и мергеля) при температуре около 1500°C. В

отличие от минеральной ваты, которая в основном изготавливается из смеси растворимых горных пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляционные материалы из базальтового волокна обладают длительным сроком службы, повышают вибростойкость, жаро- и водостойкость. Базальтовая теплоизоляция не меняет своих первоначальных свойств в течение всей эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства стекловолокна и стеклопластика являются куллет, песок, сода, доломит, известняк, этибор и другие компоненты. Процесс фибрилляции происходит из массы расплавленного стекла при температуре около 1400°C, которое дефибриллируется, обычно центробежной силой, в центрифугах.

В настоящее время в производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используются три основных технологии формирования волокна: центробежная, многоцилиндровая и витая-вертикальная нагнетательная. Наиболее распространен метод центробежного обдува. Следует отметить, что хлопок, произведенный этим способом, имеет низкое качество, с большим количеством (до 25%) неволокнистых добавок и волокнообразующих отходов. Метод закручивания-вертикального выдувания позволяет безотходно обрабатывать раствор, но в основном используется на линиях с низкой эффективностью из-за низкой прочности и стоимости используемых в процессе платино-родиевых сплавов. Центробежно-валковый метод (центробежно-многовалковый) является наиболее распространенным в зарубежной практике и основан на переносе раствора на быстро вращающиеся рулоны. Эта технология также внедрена на ряде крупных предприятий России.

Качество изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Наиболее важными из них являются химический состав твердой фазы, состав неволокнистых добавок, геометрия и ориентация волокон в пространстве, а также высококачественное

экологически чистое связующее.

Химический состав твердой фазы в первую очередь определяет такие свойства теплоизоляционных материалов, как прочность, жаростойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов также определяется параметрами пористой структуры изделия и направлением натяжения волокна. Равномерное распределение отверстий по размерам и уменьшение их среднего диаметра повышают прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие увеличивается с увеличением количества вертикально ориентированных волокон. Выбор связующего с улучшенной адгезией к заполнителям также положительно сказывается на прочности.

Волокнистая структура обеспечивает еще одну важную особенность волокнистых теплоизоляционных материалов - низкую теплопроводность, а также незначительное уменьшение и сохранение геометрических размеров изделия в течение всего периода эксплуатации. Нормальная теплопроводность различных типов минеральной ваты составляет 0,034 - 0,045 Вт/(мм·°С) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Наиболее эффективными теплоизоляторами являются изделия из волокон произвольной ориентации.

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, предотвращают распространение огня, используются в качестве антипиренов и средств защиты от огня. Более кислые формулы более устойчивы, чем основные. Волокнистые изделия из пород группы базальтов можно использовать при очень высоких температурах. Материалы из базальтового волокна могут выдерживать температуры 1000°С и выше, и даже после разрушения связующего компонента их волокна остаются прочными, сцепляются друг с другом и сохраняют свою прочность, а огонь защищает от

Современные многокомпонентные связующие являются важным компонентом волокнистых теплоизоляционных материалов, которые оказывают существенное влияние на эксплуатационные и теплофизические



свойства волокнистых теплоизоляционных материалов. Волокнистые теплоизоляционные материалы характеризуются высоким водопоглощением, до 600% при погружении в воду. А как известно, повышение влажности теплоизоляционного материала значительно ухудшает его теплоизоляционные свойства. Использование в связующем гидрофобного отсоса позволяет снизить водопоглощение на 1,5-2%. Исследования по выбору связующих для производства теплоизоляционных плит показали эффективность использования для этих целей составов из компонентов органического и неорганического происхождения. В настоящее время тепло и повышаются показатели водонепроницаемости. Повышаются адгезионные свойства, целостность конструкции, стабильность геометрических размеров на протяжении всего срока службы.

Технология производства теплоизоляционных материалов из пенополиуретана - частный случай производства материалов для различных способов производства и применяемой теплоизоляции. Использование теплоизоляционных материалов - один из важнейших способов экономии энергии, а также важный технологический этап, позволяющий уменьшить толщину элементов конструкции. Теплоизоляционные материалы обладают низкой теплопроводностью и используются для теплоизоляции зданий, промышленного оборудования и труб. Спектр используемых в настоящее время изоляционных материалов очень широк - от пенопластов до композиций из минеральной ваты на основе полимеров и неорганических связующих. Все теплоизоляционные материалы и изделия из них делятся на несколько групп по разным критериям. Их различают по основному типу сырья: органическое (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, пенополиэтилен, древесноволокнистые изоляционные плиты, изделия из армированного бетона и т. Д.) И неорганическое (базальтовое) волокно, минеральное, керамическое и т. Д. ). стеклопластик и изделия из него, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, газобетон и др.). По строению:

волокнистый, зернистый (рыхлый), ячеистый. Форма: плоская (тарелки, маты, войлок), рыхлая (хлопок, перлит), шнур (веревки, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). По связующему составу: входит и не входит. Термостойкость: негорючий, почти негорючий и негорючий.

Теплоизоляционный пенобетон - пенобетон из легкого пенобетона, который технически изготовлен из пенопласта. Техническая пена производится в пеногенераторах. Пенобетон, алюмосульфонафтен, резинапонин, неопор и др. Пенобетонная масса обладает скользкой прочностью и легко формуется. Применяется для изготовления теплоизоляционных изделий (плиты, оболочки) или монолитного утеплителя. Главный недостаток пенобетона - значительные деформации усадки и затвердевание при высыхании.

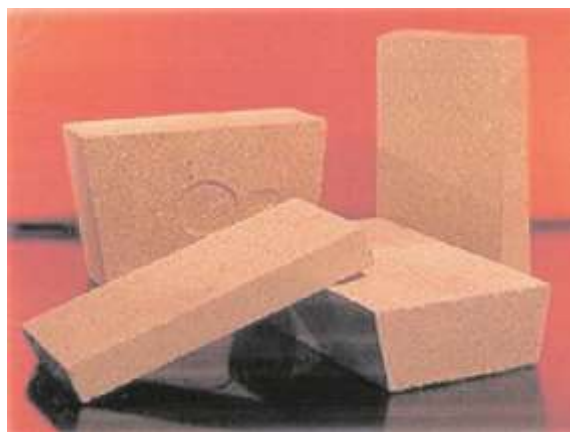
Пенокерамические материалы включают шамот, очень легкий диатомит. Дрова, а также огнеупорная глина, перлит, вермикулит, керамзит используются для изготовления очень легких гирь. Пенистую массу готовят на вибрмельнице, затем формируют сырцовые кирпичи, сушат и обжигают при  $t \sim 1320^{\circ}\text{C}$ . В огнестойкую теплоизоляционную керамику также добавляют горючие добавки: гранулы пенополистирола, опилки или техническую пену.

Очень легкие диатомиты изготавливаются на основе кремнеземистых органических осадочных пород диатомита и триполина, которые в основном состоят из амфорного кремния и органических горючих добавок (опилок и т. Д.). Продукция формируется в пластиковые ленты, затем сушится и обжигается.

Сверхлегкий поролон диамит - самый тонкий керамический материал, но он дороже своего предшественника. Его получают путем смешивания очень легкого диатомита и технической пены. Пористая огнеупорная керамика с высоким  $g$  используется для теплоизоляции промышленных печей, тепловых труб и другого отопительного оборудования.



Шамот.



Диатомит.

**Рисунок 3.19. Сверхлегкие вспененные шамотные и диамитовые материалы.**

Таблица 3.4.

**Сверхлегкие вспененные шамотные и диамитовые материалы.**

Именованние	Маркаси	Теплопроводность	Сила давления	Температура применения
Сверхлегкий вес с лобовым стеклом	400	$\leq 0,149$	0,8-1,2	1600
Сверхлегкий вес с кизельгуром	500	$\leq 0,116$	0,6	900
Ультра легкий вес с пенодиатомитом	350-450	0,087-0,11	0,6-0,9	800

Состав целлюлозной тилы (эковаты) неодинаков. В основном это древесное волокно - 80%, небольшая часть - антипирен (борная кислота) - 12%, антисептик (тетраборат натрия) - 7%. Материал имеет мелкозернистую структуру. Подходит для сухой и влажной укладки. Мокрый метод требует специального оборудования, потому что хлопок разлетится. Сухой способ выглядит проще: материал набивается и набирается нужной плотности.

Преимущества: невысокая стоимость и безопасность изготовления и монтажа; единый стиль и высокая теплоизоляция; изоляция полостей и ямок

и влагообмен без снижения теплоизоляционных свойств.

К недостаткам материала можно отнести:

горючесть и трудоемкость нанесения;

низкая прочность на сжатие (делает невозможным использование материала для «плавающих» полов).



**Рисунок 3.20. Целлюлозное волокно.**

Теплоизоляция - это особый вид теплоизоляции из алюминиевых, медных, латунных, стальных и других металлических пленок. Больше других используют алюминиевую фольгу, которую еще называют альфол. Теплопроводность Альфола в 10-15 раз ниже, чем его эмиссия.

Строительные материалы имеют гладкую гладкую поверхность и, следовательно, хорошее отражение тепловых лучей, что снижает потери тепла в окружающую среду.

Промышленность производит отражающую изоляцию на бумажной основе (ВАР). Это полоска гофрированной бумаги с прикрепленной к гребенкам алюминиевой фольгой. Теплоизоляция на бумажной основе в 3-5 раз эффективнее самых легких изоляционных материалов и в 3 раза эффективнее скрученной фольги, применяемой в судостроении.

Область применения: изоляция в банях и саунах; в системах «теплый пол»; утепление стен, потолков, крыш, шатров, чердаков и подвалов; за радиаторами отопления; изоляция труб в системах водоснабжения и отопления.



**Рисунок 3.21. Теплоизоляционные материалы.**

***Органические теплоизоляционные материалы и изделия.***

Большинство материалов на основе органического сырья (отходы обработки древесины и пиления, некоммерческая древесина, тростник, солома, трава и другие промышленные и сельскохозяйственные отходы) производятся в виде плит и блоков.



**Рисунок 3.22. Органические теплоизоляционные материалы.**

Основным сырьем для их производства является древесина, в основном в виде отходов (опилки, стружка, доски, рейка) и другое растительное сырье с волокнистой структурой (тростник, солома, малоразрушающийся верховой торф, лен и конопля) и другие). Основные недостатки органических ТИМов - горючесть, склонность к разложению (низкая биостойкость). Использование

местных теплоизоляционных материалов из древесины и других растительных отходов для массового производства экономически целесообразно и помогает решить экологическую проблему, т.е. снизить загрязнение окружающей среды за счет их устранения. В состав ТИМов на органической основе входят антипирены, антисептики и гидроизоляционные агенты для повышения огнестойкости, биостойкости и водостойкости. ДВП производится из некоммерческих древесных отходов, отходов лесопиления и деревообрабатывающей промышленности, макулатуры, а также соломы, кукурузы, хлопка и других культур. Средняя плотность древесноволокнистых теплоизоляционных плит 150-350 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,046-0,093 Вт/(м·К), прочность на изгиб не менее 0,4-2,0 МПа. Помимо достоинств ДВП, есть и недостатки. Они обладают высоким водопоглощением (до 25% в сутки), высокой гигроскопичностью (до 15% при нормальных условиях) и меняют свои размеры при изменении влажности окружающей среды.



**Рисунок 3.23. Древесноволокнистая плита.**

Древесно-стружечная плита - это продукт, получаемый прессованием древесной стружки с добавлением синтетических смол. Как и ДВП, они имеют разную плотность.



ДВП - это картон, изготовленный из специальной древесной стружки (древесного волокна) и неорганического связующего. ДВП получают на специальных машинах в виде тонких и узких полос. В качестве связующего используется портландцемент с меньшим содержанием магния. Деревянный хлопок сначала минерализуют раствором хлорида кальция, водного стекла или сернистого алюминия, а затем смешивают с цементом и водой. Пластины заливаются под давлением 0,5 МПа. Прочность фибролита магния намного выше, чем у цемента, поскольку кристаллы кристаллизации в ячейках древесины при сушке предотвращают ее усадку, что положительно сказывается на адгезии магниевых камней к хлопку.

Фибролит магния имеет низкую водостойкость и высокую гигроскопичность по сравнению с цементом.



**Рисунок 3.23. Древесно-волокнистые плиты и древесноволокнистые плиты.**

Грибок относится к экологически чистым материалам. Грибы популярны во многих странах мира и используются при изготовлении декоративных материалов. Вилка не токопроводящая и не накапливает статическое электричество. Защищает людей от радиации.

У него много положительных черт:

легкий вес, не склонный к усадке и распаду;

прочный, но при этом легко режущийся;

прочный и химически инертный; хорошая устойчивость к атакам грызунов; не горит (при воздействии открытого пламени в теплоизоляции

только горит вилка, не выделяет вредных веществ - фенолов и формальдегида).

Для теплоизоляции используются плиты толщиной до 50 мм, а температура нанесения не превышает 120°C.



**Рисунок 3.24. Древесноволокнистые плиты.**

Торфоизоляционные изделия - это теплоизоляционные материалы, получаемые в результате формования и термообработки торфа. Сырьем для производства торфяных продуктов является мох сфагнум («белый мох»), который плохо разлагается с верхних слоев торфяников, сохранил свою волокнистую структуру и не использовался в качестве топлива и сельскохозяйственных удобрений. Около 50 процентов мировых запасов торфа сосредоточено в России. Изоляционные изделия из торфа в основном изготавливаются из целлюлозы - 5-6% водной суспензии торфа влажным способом. Плиты торфяные утеплители характеризуются однородной волокнистой структурой тонкой пористой структуры с открытыми отверстиями. Пористость торфяных плит составляет от 84 до 91%.





### **Рисунок 3.25. Плиты торфяные утеплительные.**

Существует группа органических теплоизоляционных материалов под общим названием «Кигиз». Характерными особенностями этих материалов являются: их волокнистая структура, органическое происхождение (синтетические волокна, волокна животного происхождения - хлопковое или растительное происхождение). Наиболее эффективными с точки зрения теплоизоляционных свойств являются: отходы полиэстера (специальный утеплитель для одежды), строительный войлок (обернутый шерсть животных; или маты из полиэтиленовой пленки, наполненные отходами синтетического меха, отходами пряжи); или войлок из синтетических волокон). Средняя плотность таких материалов 10-80 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,03-0,07 Вт/(м·К). Эти материалы легковоспламеняющиеся и в основном используются для изоляции наружных дверей и оконных рам при строительстве деревянных домов в сельских домах. Они дешевы, достаточно прочные, с хорошей пароизоляцией.



**Рисунок 3.26. Войлок из синтетических волокон.**

#### **Контрольные вопросы.**

1. Классификация теплоизоляционных материалов.
2. Сырье для теплоизоляционных материалов.
3. Основные технологические процессы и оборудование.
4. Основные свойства материалов.

5. Основные характеристики
6. Свойства теплоизоляционных материалов.
7. Структура и свойства теплоизоляционных строительных материалов.

**Дополнительная литература.**

1. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА IV

---

### ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Ключевые слова:** теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.

#### 4.1. Общие сведения

Прочность теплоизоляционных материалов зависит от вида связующего, технологии изготовления. Их долговечность должна обеспечивать их целостность при транспортировке, хранении, установке и использовании.

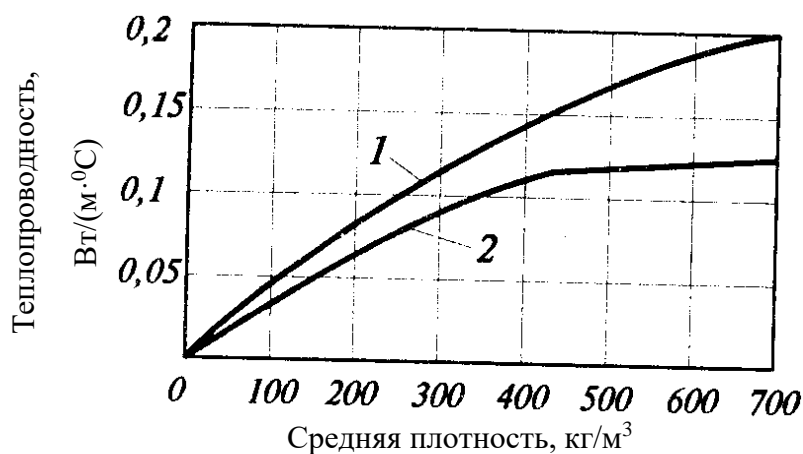
Водопроницаемость теплоизоляционных материалов сильно различается. Например, водопроницаемость сверхлегких пен может быть в 20-40 раз больше, чем их удельный вес. Когда поры материала закрыты, водопоглощение снижается.

#### 4.2 Теплофизические свойства

Теплопроводность строительных материалов является функцией теплопроводности каркаса материала, пористого воздуха и влаги. Когда каркас материала состоит из аморфного вещества, он проводит меньше теплового потока, чем материал в кристаллической структуре. Чем выше влажность в порах материала, тем быстрее идет тепловой поток. Поэтому желательно заполнить поры материала сухим воздухом. В этом случае теплопроводность сухого воздуха минимальна и составляет  $0,023 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ . Когда пористость материала заполнена водой, теплопроводность в 25 раз выше, чем при заполнении воздухом ( $w=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ).

Замерзание воды в порах строительного материала резко увеличивает теплопроводность, так как теплопроводность льда составляет 2,32 Вт/(м·°С). Поэтому необходимо защищать теплоизоляционные материалы в строительной системе от влаги и замерзания.

За исключением некоторых строительных материалов (огнеупорные материалы на магниевой основе, металлы), большинство материалов ускоряют тепловой поток под действием температуры. Данная ситуация учитывается при утеплении тепловых пунктов и теплотрасс и нормируется на основе КМК «Строительная теплотехника».



1 неорганические материалы; 2-органические материалы.

**Рисунок 4.1. Связь между средней плотностью и теплопроводностью теплоизоляционных материалов**

Соотношение между средней плотностью теплоизоляционного материала и теплопроводностью показано на рисунке 4.1.

В целом структура теплоизоляционных материалов должна иметь аморфный каркас, тонкостенные мелкие поры, заполненные сухим воздухом.

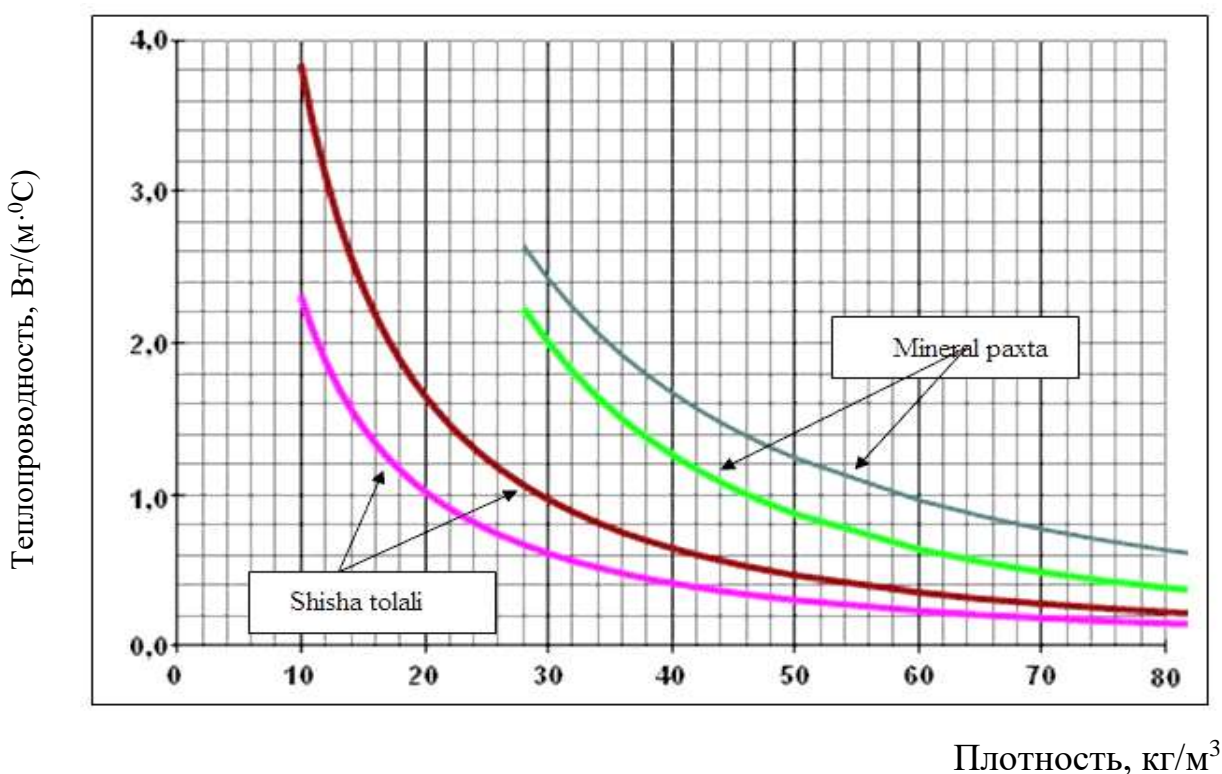
### **4.3 Физико-механические свойства.**

Прочность теплоизоляционных материалов на сжатие определяется 10%-ной деформацией материала под нагрузкой (напряжением). Это изменяет толщину продукта на 10%.

Сжимаемость материала называется его способностью изменять свою толщину под действием определенной нагрузки. По сжимаемости материалы характеризуются следующим образом: мягкая М-деформация на 30% выше; полу-девственный ПЖ-деформация 6-30%; исходная Ж-деформация не более 6%.

Прочность на сжатие объясняется деформацией, вызванной сжатием при удельной нагрузке 0,002 МПа.

Прочность на сжатие теплоизоляционных материалов составляет около 0,2-2,5 МПа. Прочность волокнистых материалов (плит, оболочек, сегментов) в основном определяется пределом прочности на изгиб.



**Рисунок 4.1. Структура и теплопроводность волокнистых теплоизоляционных материалов.**

Прочность на изгиб неорганических материалов составляет 0,15-0,5 МПа, а древесноволокнистых прессовых материалов - 0,4-2 МПа. Гибкие теплоизоляционные материалы, такие как минераловатный хлопок, стекловолотно, асбестовый картон, характеризуются прочностью на разрыв.

Прочность теплоизоляционных материалов зависит от вида связующего,

технологии изготовления. Их долговечность должна обеспечивать их целостность при транспортировке, хранении, установке и использовании.

Водопроницаемость теплоизоляционных материалов сильно различается. Например, водопроницаемость сверхлегких пен может быть в 20-40 раз больше, чем их удельный вес. Когда поры материала закрыты, водопоглощение снижается.

Водопоглощение материалов резко снижает теплоизоляционные свойства и одновременно снижает их прочность.

Для уменьшения их водопоглощения возможно добавление водоотталкивающих добавок, покрытие поверхности гидроизоляционными материалами и поверхностная (5-10 мм) пропитка герметиками и другими методами.

Использование теплоизоляционных материалов при строительстве зданий не препятствует естественной вентиляции помещений через стены.

В жилых домах стены и ограждения должны быть газо- и воздухопроницаемыми. При покрытии производственных зданий с высокой вероятностью влажности теплоизоляционными материалами внутренняя часть помещения должна быть защищена гарантированными средствами гидроизоляции.

Горючесть теплоизоляционных материалов определяют выдержкой при температуре 800-850<sup>0</sup>С в течение 20 минут.

Устанавливается допустимая температура для каждого материала, при которой могут изменяться физико-механические свойства продукта. При использовании легковоспламеняющихся материалов желательно принять меры для предотвращения их возгорания.

Хотя теплоизоляционные материалы не используются непосредственно в химически и биологически агрессивных средах, агрессивные газы и пары могут со временем вызвать их разрушение. Коррозия более вероятна, когда теплоизоляционным материалам также придаются структурные свойства.

Теплоизоляционные материалы на основе минеральных вяжущих

обычно устойчивы к слабым кислотам, щелочам, солевым растворам и биологическим средам. Тип полимерного связующего можно выбрать в зависимости от того, подвержен ли материал сильным кислотам и щелочам. Например, на предприятиях цветной металлургии используются теплоизоляционные материалы на основе фурановых, эпоксидных, фенолформальдегидных полимеров. Теплоизоляционные материалы на основе органических связующих (клеи, крахмал, карбоксилметилцеллюлоза) и наполнителей (древесина, конопля) должны быть устойчивыми к биологическим средам, то есть к микроорганизмам, грибам, муравьям и термитам.

Для повышения его устойчивости к биологическим средам желательно включать в теплоизоляционные материалы антисептические вещества и защищать их от влаги.

#### **4.4. Неорганические теплоизоляционные материалы.**

Неорганические теплоизоляционные материалы включают минеральную вату, базальтовое волокно, стекловолокно и хлопок, керамический хлопок, легкий бетон, пеностекло, вспененный перлит и вермикулит, асбестовые наполнители и другие продукты.

##### **4.4.1 Продукты на основе минерального хлопка.**

Минеральная вата - это стекловолокно, получаемое из легко растворимых горных пород (известняк, мергель, доломит и др.), металлургических и топливных шлаков (глиняных и силикатных кирпичей). Волокно диаметром 5-15 мкм и длиной 2-40 мм.

Приготовление минеральной ваты состоит из двух основных процессов: формирование раствора сырья в вагранках (шахтных плавильных ящиках); превращение раствора в волокна. В Вагранке сырье разбавляют твердым топливом (коксом) при температуре 1300-1400<sup>0</sup>С. Раствор непрерывно сливается через специальное отверстие на дне емкости.

Существует несколько методов преобразования раствора сырья в минеральные волокна, при этом используются два основных метода: продувка и центрифугирование. При методе затяжки раствор, протекающий через специальное отверстие (летку) влагалища, с помощью водяного пара или струи сжатого воздуха превращается в волокно и распыляется.

В центробежном методе поток раствора течет из отверстия вагранки к центробежному диску и скручивается в волокно. Полученное минеральное волокно накапливается в постоянно движущейся сетке в камере.

В зависимости от средней плотности минеральная вата ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) делится на 75, 100, 125 и 150 марок. Минеральная вата - легковоспламеняющийся, малогигроскопичный и водостойкий материал с низкой теплопроводностью ( $0,04-0,55 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ), устойчивый к биологическим средам.

Минеральный хлопок гранулирован (округлен) для удобства транспортировки, хранения и использования. Транспортируется завернутым в специальную бумагу; Используется в качестве теплоизоляционного материала в полостях стен, полостях плит перекрытия, водопроводах горячего водоснабжения и других конструкциях.

Минеральная вата - это полуфабрикат для производства войлока, тканей, (постельного белья) полу-первичных и первичных листов, гофрированных изделий, скорлупы, сегментов и других изделий.

Маты из минерального хлопка - это листы или оберточные материалы, в которых один или оба мата сшиты тканой пряжей и обернуты пропитанной битумом бумагой. Маты имеют длину 3000-5000 мм, ширину 500 и 1000 мм и толщину 50-100 мм. Коврик выпускается 100 марок со средней плотностью ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Его теплопроводность составляет  $0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ . Маты используются для теплоизоляции гражданских и промышленных зданий, технологического оборудования и трубопроводов.

Минераловатный картон отличается высокой вирулентностью и производится на основе фенолформальдегидных или карбамидоформальдегидных и других полимерных связующих. По



традиционной технологии (мокрый метод) твердые плиты получают в вакуумных прессах при температуре 150-180<sup>0</sup>С.

Выпускаются плиты со средней плотностью 180-200 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,047 Вт/(м·<sup>0</sup>С) толщиной 30-70 мм.

По современной технологии слябы производятся на 10- и 17-ступенчатых прессах с твердым волокном в вертикальном направлении. Чем больше вертикально ориентированных волокон (55-65%), тем выше прочность на сжатие жестких плит.

Доступны твердые плиты длиной 900-1800 мм, шириной 500-1000 мм и толщиной 40-100 мм. Твердые плиты средней плотности (кг/м<sup>3</sup>) выпускаются марок 50, 75, 125, 175, 200 и 300.

Жесткие плиты используются для теплоизоляции строительных конструкций, технологического оборудования и трубопроводов.

Гофрированные изделия из минеральной ваты содержат до 30% вертикально ориентированных волокон со средней плотностью 140-200 кг/м<sup>3</sup>. Эти плиты имеют низкую деформацию и прочность в 1,7-2,5 раза выше, чем у горизонтально ориентированных плит из фибры.

Минеральная вата производится на основе полимерных, битумных и минеральных вяжущих (цемент, глина, жидкое стекло и др.) Первичных плит и фасонных изделий (оболочки, сегменты, полуцилиндры). Для увеличения прочности в первичные плиты добавляют коротковолокнистый асбестовый порошок. Средняя плотность плит 100-400 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,051-0,135 Вт/(м·<sup>0</sup>С), толщина 40-100 мм.

Плитки из минерального хлопка полу-первичного и мягкого происхождения производятся на основе полимерных, битумных и крахмальных связующих. Изделия на основе полимерных связующих (пластины, цилиндры, сегменты, маты) обладают высокой прочностью и красивым внешним видом.

Средняя плотность плит 35-250 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,041-0,07 Вт/(м·<sup>0</sup>С). Применяются для обогрева чердаков и ограждений чердаков,

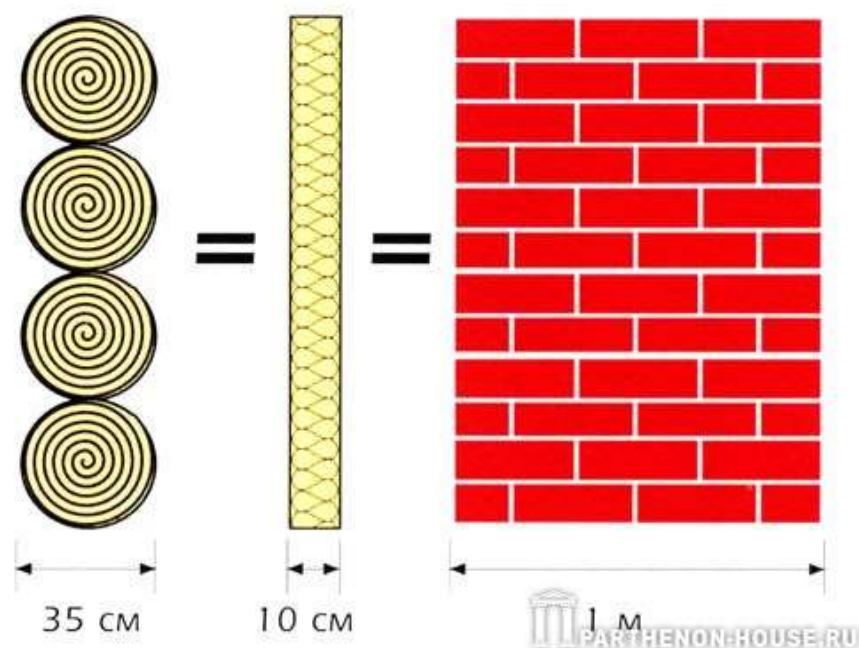
утепления стен гражданских и промышленных зданий, а также поверхности технологического оборудования.

Базальтовое волокно получают путем плавления базальтового камня в волокно. Базальтоволокно из хлопка используется при производстве легковоспламеняющихся тканей, лент, простыней. Они устойчивы к агрессивным средам. Хлопок из базальтового волокна имеет теплопроводность  $0,35 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  при средней плотности  $130 \text{ кг/м}^3$  (температура  $0^\circ\text{C}$ ).

#### **4.4.2 Продукция на основе стекловолокна**

Легкие плавящиеся бутылки перерабатываются в хлопок по специальным технологиям. В качестве сырья используется стекольный шлак (кварцевый песок, кальцинированная сода и сульфат натрия) и осколки стекла. Процесс получения стекловаты заключается в следующем: плавление стекломассы в банных печах при температуре  $1300\text{-}1400^\circ\text{C}$ ; производство стекловолокна; формовка изделий.

Стекловолокно получают из разжиженной массы растяжением и раздувом. В методе штабика стеклянные волокна нагревают во вращающемся барабане, нагревая стеклянные стержни до тех пор, пока они не расплавятся. В методе наполнения стекломасса пропускается через заливные отверстия (маленькие) и растягивается вокруг барабанов. В способе выдувания стекловолокно сжиженная стеклянная масса диспергируется потоком сжатого воздуха или пара.



В зависимости от области применения производят текстильный и теплоизоляционный (штапельный) стекловолокно. Средний диаметр текстильных волокон составляет 3-7 мкм, а волокон теплоизоляции - 10-30 мкм.

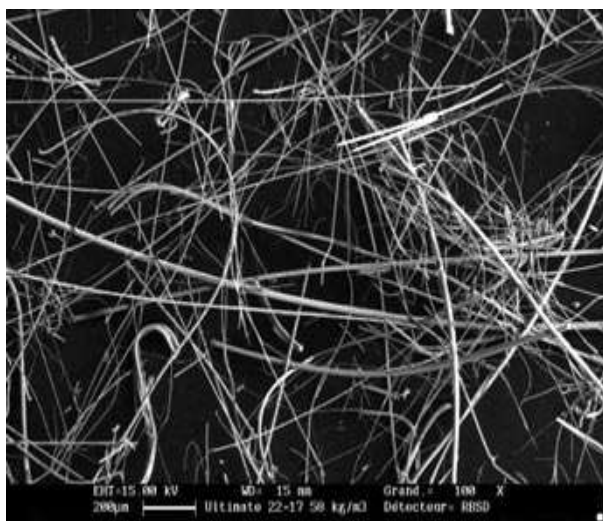
Стекловолокно отличается от минерального волокна длиной, химической стойкостью и высокой прочностью. Средняя плотность стекловаты 75-125 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,04-0,052 Вт/(м·°C), теплостойкость 450°С. Стекловолокно используется для изготовления плит, лент, фурнитуры, текстильных и нетканых материалов и других материалов. Коврики и планки скрепляются прошивкой стекловолокна стеклянной нитью. Средняя плотность этих продуктов составляет до 175 кг/м<sup>3</sup>, с максимальной теплопроводностью 0,04-0,05 Вт/(м·°C). Маты выпускаются длиной 1000-3000 мм, шириной 200-700 мм и толщиной 10-50 мм.

Половинные плиты получают на основе стекловолокна и полимерных связующих. Они имеют среднюю плотность 75 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводность 0,047 Вт/(м·°C).

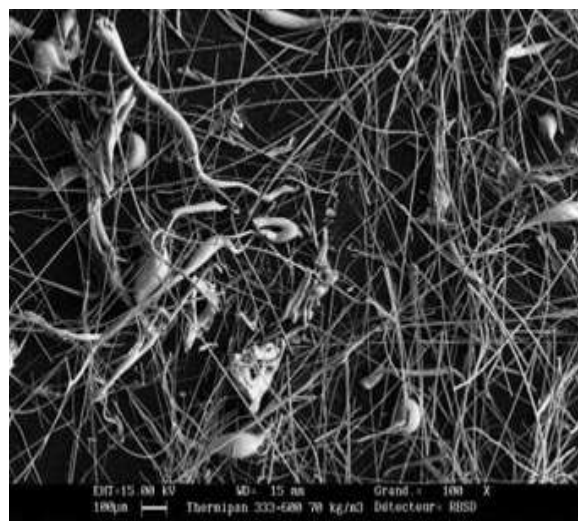
Доступны плиты длиной 1000 мм, шириной 500-1500 мм и толщиной 30-

80 мм. Изделия на основе стекловолокна используются для теплоизоляции строительных конструкций, технологического оборудования, трубопроводов, эксплуатируемых при температуре до 2000°С, стен промышленных холодильников и др.

Пеностекло имеет ячеистую структуру и производится на основе сланцевого стекла (кварцевый песок, известняк, сода и сульфат натрия) или осколков стекла. Пеностекло получают путем плавления стеклянного порошка и газогенераторов (кокс и известняк) и умножения. Пеностекло непрерывно выходит из банки в виде балки, разрезается на необходимый размер и постепенно охлаждается. Благодаря большому количеству микропор в стенках пеностеклянного материала он обладает высокими теплоизоляционными свойствами, высокой прочностью, водо- и хладостойкостью.



а) стекловолокно



б) каменное волокно

**Рисунок 4.3. Микроструктура теплоизоляционных материалов из стекловолокна и каменных волокон со средним диаметром волокна 4-7 мкм.**

Пеностекло имеет пористость 80-95%, среднюю плотность 200-600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,09-0,14 Вт/(м·°С) и прочность на сжатие 2-6 МПа. Пеностекло - негорючий материал, который можно использовать при температуре до 400°С. Бутылки из нещелочной пены не меняют своих

свойств при температуре 600<sup>0</sup>С. Их легко резать и обрабатывать. Плиты из пеностекла выпускаются размерами длиной 500 мм, шириной 400 мм и толщиной 70-140 мм и используются при строительстве тепловых сетей, магистральных трубопроводов, стен, перекрытий, холодильников. Их используют как акустический и декоративный материал в культурных и жилых зданиях.

Стеклопор получают путем гранулирования и размножения смеси жидкого стекла и минеральных порошков (мел, кварцевый песок, зола ТЭС и др.) (320-360<sup>0</sup>С). Стеклопор выпускается трех торговых марок: "SL"- $\rho_m=15-40$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,028-0,035$  Вт/(м<sup>0</sup>С); "L"- $\rho_m=40-80$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,032-0,04$  Вт/(м<sup>0</sup>С); "Т"- $\rho_m=80-120$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,038-0,05$  Вт/(м<sup>0</sup>С).

Композиционные материалы на основе стекловолокна и различных связующих используются для теплоизоляции в гранулированном, мастиковом и литом виде.

Его можно добавлять в пенопласт для повышения прочности, огнестойкости и расхода вяжущего материала.

#### **4.4.3 Продукция на основе асбеста.**

Продукция на основе асбеста включает асбестовую бумагу, коноплю, ткань, плитку и многое другое. Продукция может быть получена на основе связующих (крахмал, казеиновый клей и др.) Или технологическими методами без связующих.

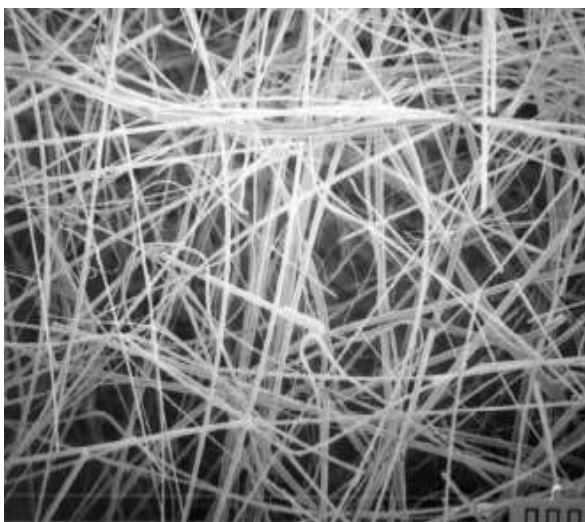
Асбестовая бумага - это лист или оберточный материал, выпускаемый в следующих размерах: листы 1000x950 мм, толщиной 0,5; 1,0 и 1,5 мм; оберточная бумага шириной 670, 950 и 1150 мм, толщиной 0,3; 0,4; 0,5; 0,65 и 1,0 мм. Средняя плотность асбестовой бумаги - 650-1500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность - 0,1 Вт/(м<sup>0</sup>С), максимальная рабочая температура - 500<sup>0</sup>С.

Асбестовая пенька изготавливается из нескольких крученых нитей диаметром 0,75-55 мм. Козырьки из асбеста используются для теплоизоляции труб малого диаметра (до 89 мм) при температурах эксплуатации до 5 000С и

технологического оборудования.

Асбестовая ткань получается из асбестовых нитей на ткацких станках и выпускается как оберточный материал в виде широкой ткани длиной до 25 м, шириной 1 м и толщиной 1,4-3,5 мм.

Средняя плотность асбестовой ткани составляет  $600 \text{ кг/м}^3$ , а теплопроводность составляет около  $0,1 \text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$ . Асбестовая ткань используется для теплоизоляции труб малого диаметра. В этом случае поверхность асбестовой ткани покрывается парусиной или окрашивается краской.



1 -  $d = 3-4 \text{ мкм}$ .



2 -  $d = 10-12 \text{ мкм}$ .

**Рисунок 4.4. В основе конструкции теплоизоляционных материалов лежит стекловолокно, которое имеет одинаковую плотность -  $30 \text{ кг/м}^3$ , но отличается диаметром волокна.**

Асбестовые матрасы изготавливаются из асбестовой ткани и изготавливаются в виде кроватей, заполненных теплоизоляционными материалами (минеральная или стекловата, волокнистый асбест и др.). Матрасы имеют длину 8-10 м, толщину 30-50 мм и необходимую ширину. Средняя плотность асбестового матраса составляет  $300-400 \text{ кг/м}^3$ , с теплопроводностью  $0,09-0,11 \text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{S)}$ . Матрасы можно использовать для фурнитуры, оборудования, механизмов и т. Д. используется как съемная изоляция фланцевых соединений.

Получают 85% доломита ( $\text{CaSO}_3\cdot\text{MgSO}_3$ ) и 15% асбестовой смеси (в

пересчете на массу). Доломит подвергается сложной переработке: он обжигается, обожженный доломит закаливается, он карбонизируется газообразным  $SO^2$  и образуются четыре молекулы водного раствора карбоната магния и комплекса гидроксида магния  $MgSO_3 \cdot Mg(OH) 2,4H_2O$ . Этот комплекс осаждается с карбонатом кальция ( $CaCO_3$ ), образуя связующее для совелита. Приготовленный продукт сушат и отверждают для обезуглероживания составляющей магния. В результате этого процесса уменьшается плотность и теплопроводность продукта, а его термостойкость увеличивается.

На основе совелита изготавливаются плиты длиной 500 мм, шириной 170, 250, 500 мм, толщиной 40-75 мм, отрезками и длиной 500 мм, внутренним диаметром 57-426 мм, толщиной 40-80 мм. Порошок Совелит можно смешать с водой и нанести на утепленную поверхность. Стационарная средняя плотность изделий из совелита составляет до  $400 \text{ кг/м}^3$ , а коэффициент теплопроводности - до  $0,083 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$ .

Продукция «Совелит» применяется для теплоизоляции промышленного и технологического оборудования, поверхности трубопроводов при рабочих температурах до  $500^\circ\text{C}$ .

Мастика из минерального волокна асбестовая изготавливается на основе неорганических связующих с добавлением воды. Применяются для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов.

Минераловатная смесь получается на основе минеральной ваты, асбеста, глины и портландцемента. Средняя плотность этого изоляционного материала в сухом состоянии составляет  $400 \text{ кг/м}^3$ , а коэффициент теплопроводности - до  $0,28 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$ .

Порошок диатомита асбеста представляет собой смесь 85% диатомита, трилистника и 15% асбеста и превращается в мастику при смешивании с водой. В особых случаях могут использоваться отходы асбестоцементного завода, слюда и другие дисперсные компоненты. Средняя плотность теплоизоляционного материала  $450-700 \text{ кг/м}^3$ , теплопроводность  $0,093-0,21$

Вт/(м·°С).

Минеральный асбестовый порошок используется в мастичном состоянии для теплоизоляции технологического оборудования, трубопроводов и других поверхностей при температуре до 5000°С.

Вулканические изделия изготавливаются на основе смеси порошкового диатомита или трепеля (60%), воздушной извести (20%) и асбеста (20%). Формованные изделия обрабатываются и закаляются в автоклаве. Это ускоряет химические процессы, происходящие между компонентами воздушной извести и кремнезема, образуя связующее из гидросиликатов кальция.

#### **4.4.4. Бетоны для теплоизоляции.**

Легкие бетоны. Легкий бетон получают на основе вспученного перлита, вермикулита, легкого керамзита и минеральных вяжущих. В особых случаях могут использоваться органические вяжущие (битум, смола, синтетические полимеры).

Составы на основе перлита эффективны в легком бетоне для теплоизоляции. Перлитный заполнитель используется для изготовления легких бетонов с перлитным битумом, перлитовым полимером, перлитфосфатом, перлитосиликатом. Их средняя плотность 150-300 кг/м<sup>3</sup>.

Легкие бетоны на основе пористого керамзита тяжелее перлитового бетона.

Легкий бетон используется для теплоизоляции стен, крыш, перекрытий, труб и т. Д.

Ячеистые (пенобетоны и пенобетоны) производятся по ранее заданным технологиям со средней плотностью 100-500 кг/м<sup>3</sup>. Газобетон достаточно прочен, имеет низкую теплопроводность и водоотталкивающие свойства, огнестойкий. Их можно легко обрабатывать, прибивать гвоздями, штамповать и сплющивать.

Благодаря высокой пластичности ячеистого теплоизоляционного бетона



его используют при изготовлении двух- и трехслойных стеновых панелей, в качестве теплоизоляции труб и других конструкций.

#### 4.5. Органические теплоизоляционные материалы.

Органические теплоизоляционные материалы условно делятся на материалы на основе природного органического сырья и синтетических полимеров.

Органическое сырье включает древесину и ее отходы, стебли конопли, стебли хлопка, торф, тростник, однолетние растения, животный хлопок и многое другое. Композиционные материалы на основе органического сырья также могут быть приготовлены на основе минеральных и органических связующих. Желательно получение пенопласта (пенопласта, пенопласта) на основе синтетических полимеров.

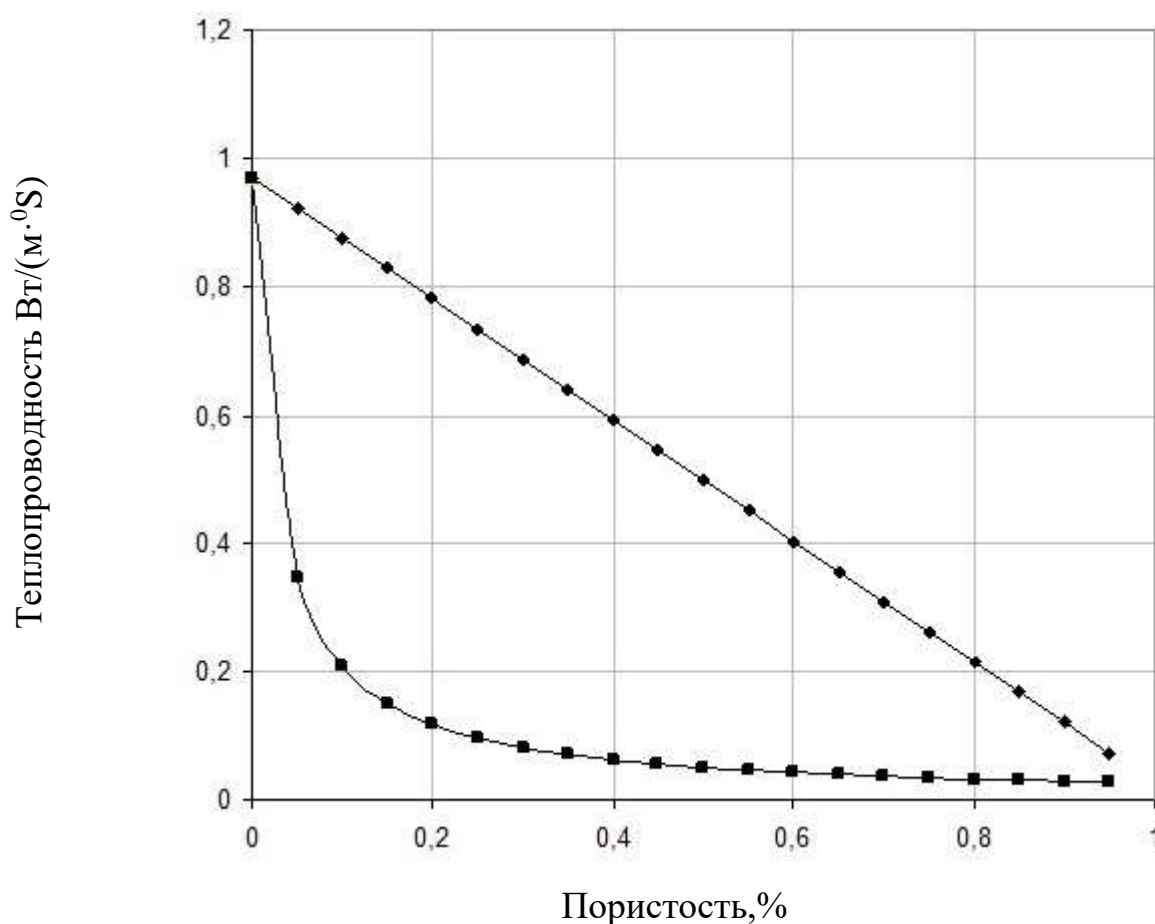


Рисунок 4.5. Зависимость коэффициента теплопроводности теплоизоляционных стекловолоконных материалов плотностью от 10 до

**100 кг/м<sup>3</sup> от показателя качества волокна.**

#### **4.5.1 Материалы на основе натурального органического сырья**

Древесная щепа изготавливается на основе древесной щепы (хлопчатобумажной) и фенолформальдегидной, карбамидных смол (7-9%). Материал содержит около 90% органических волокон.

Для улучшения качества продукта он содержит гидрофобные, диффузные химические вещества, антисептики и антипирены.

Теплоизоляционные плиты из древесного волокна изготавливаются из древесных волокон не строительного назначения, макулатуры, стеблей кукурузы, стеблей хлопка, стеблей конопли, соломы и т. Д. полимерные связующие добавляются и подвергаются горячему прессованию. Они имеют среднюю плотность около 250 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводность 0,07 Вт/(м·°С).

Фибролитовые плиты изготавливаются на основе древесной ваты и неорганических связующих. Деревянные хлопчатобумажные (длина волокна 200-500 мм, ширина 2-5 мм и толщина 0,3-0,5 мм) короткие бруски ручной работы, липы, осины, сосны обрабатываются на специальных станках. Портландцемент обычно используется в качестве минерального вяжущего. Хлорид кальция добавляется в смесь в качестве минерализатора для обеспечения хорошего сцепления древесной массы и связующего. Средняя плотность фибролитовых плит составляет 300-500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,1-0,15 Вт/(м·°С), прочность на изгиб 0,4-1,2 МПа. Пластины выпускаются толщиной 25, 50, 75 и 100 мм.

Арболитовые плиты (блоки) изготавливаются на основе коротковолокнистых органических наполнителей (щепа, опилки, стебли хлопка, стебли конопли, соломы и др.) И портландцемента или шлаковых вяжущих. Для улучшения качества продукта в смесь добавляют такие минерализаторы, как хлорид кальция и жидкое стекло. Средняя плотность теплоизоляционного арболита до 500 кг/м<sup>3</sup>, конструктивно-теплоизоляционного арболита до 700 кг/м<sup>3</sup>. Прочность на сжатие арболита

0,5-3,5 МПа, сопротивление удлинению 0,4-1,0 МПа, теплопроводность 0,08-0,12 Вт/(м·°С).

Плиты и другие композитные материалы на основе древесных отходов и минеральных или органических связующих легко обрабатываются - распиливать, сверлить, забивать гвоздями, шлифовать. Применяются для теплоизоляции ограждающих конструкций, каркасных стен и покрытий.

Сотопласты изготавливаются путем склеивания листов гофрированной бумаги, пропитанной полимерами, стекловолокном и хлопчатобумажной тканью. Клетки сотопластов могут быть заполнены клетками мипора для улучшения теплоизоляционных свойств. Сотопласты обычно используются в середине трехслойных панелей.

Пластины тростника изготавливаются путем прессования стеблей тростника на специальной машине и сшивания их в поперечном направлении нержавеющей проволокой. Пластины тростника выпускаются длиной 2400-2800 мм, шириной 500-1500 мм и толщиной 30-100 мм. Плиты имеют среднюю плотность 175, 200 и 250 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,06-0,09 Вт/(м·°С), влажность (по весу) до 18%.

Камышовые плиты производятся как местный материал вокруг тростников и озер. Их обрабатывают антисептиками для защиты от гниения и антипиренами для предотвращения ожогов.

### **Контрольные вопросы**

1. Теплофизические свойства.
2. Физико-механические свойства.
3. Неорганические теплоизоляционные материалы.
4. Органические теплоизоляционные материалы.

### **Дополнительная литература**

1. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.

2. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi,

O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА V

---

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ВОЛОКНО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

**Основные термины:** теплопроводность, наполнитель, керамзит, перлит, минерал, шлак, воздух, вода или пар, пористость.

#### 5.1. Главная Информация

Он покрыт различными видами утеплителя, чтобы защитить дом от потерь тепла и повышенной влажности. Выбрать лучшее очень сложно, ведь каждое изделие имеет свои особенности и область применения. Используемые в современном строительстве теплоизоляционные материалы, с одной стороны, экологичны, с другой - просты в установке. Изучив основные виды утеплителей, вы сможете выбрать лучший теплоизоляционный материал, полностью отвечающий вашим потребностям.

#### 5.2. Основные виды волокнистых теплоизоляционных материалов.

Современные теплоизоляционные материалы для использования в строительстве и ремонте делятся на множество видов: промышленные и бытовые, природные и искусственные, гибкие и жесткие теплоизоляционные материалы и другие.

Например, современная теплоизоляция делится на следующие виды:

- рулоны (упаковка);
- лист (бумага);
- не замужем;
- свободный поток.

По конструктивным особенностям различают следующие виды теплоизоляции:

- толали;
- мобильный;
- донли.

В зависимости от вида сырья различают продукцию разных классов качества:

1. Органические, натуральные или натуральные изоляционные материалы - пробковая кора, целлюлозная вата, пенополистирол, древесное волокно, пенополистирол, бумажные гранулы, торф. Этот вид строительного изоляционного материала используется только внутри помещений для снижения повышенной влажности. Однако утеплители из натуральных строительных материалов не обладают огнестойкостью.

2. Неорганические теплоизоляционные материалы - горные породы, стекловолотно, пеностекло, утеплитель из минеральной ваты, поролон, пенобетон, минеральная вата, базальтовое волокно. Эта категория хороших теплоизоляторов отличается высокой паропроницаемостью и огнестойкостью. Особенно эффективно утепление гидроизоляционными добавками.

3. Смешанные - перлит, асбест, вермикулит и другие утеплители из вспененных горных пород. Их отличает лучшее качество и действительно высокая цена. Это самые дорогие марки лучших теплоизоляционных материалов. Поэтому дома меньше утепляются, чем экономными материалами.

Если вам необходимо утеплить трубопровод до стены, используйте специальные «рукава» высокой плотности.

Выбор лучшего продукта зависит только от цены. Их выбирают за качественные характеристики, эргономичность и экологичность.



**Рисунок 5.1. Теплоизоляционные материалы.**



**Рисунок 5.2. Теплоизоляционные материалы**

### **5.3. Виды и свойства теплоизоляционных материалов**

Керамзит - один из основных пористых заполнителей, используемых в строительстве. Это прочный и легкий материал плотностью 250-800 кг / м<sup>3</sup>. Керамзит выпускается в виде песка, гравия и щебня.

Керамзитовый гравий получают обжигом легкоплавких вспучивающихся глин при температуре около 1200 ° С. В результате получают гранулы размером 5-40 мм. Спеченная оболочка на поверхности гранулы придает ей прочность. Гранулы керамзита в трещине имеют структуру затвердевшего пенопласта.

Керамзитовый песок имеет размер зерна до 5 мм, который получается

при производстве небольшого количества керамзитового гравия. Его также можно получить путем измельчения частиц гравия диаметром более 50 мм.

Пемза шлаковая - искусственный пористый наполнитель ячеистой структуры - получается из отходов металлургии - расплавленного доменного шлака. Когда шлаки быстро охлаждаются воздухом, водой или паром, они разбухают. Полученные куски шлаковой пемзы измельчают и присыпают щебнем и песком.

Зернистый шлак - это мелкозернистый пористый материал в виде крупного песка с размером зерна 5-7 мм.

Вспученный перлит - это сыпучий теплоизоляционный материал в виде мелкозернистых белых зерен, получаемый кратковременным обжигом гранул из стекловидных пород, содержащих вулканическую воду. При температуре 950-1200 ° С из материала сильно испаряется вода, пар набухает и частицы перлита увеличиваются в 10-20 раз. Вспученный перлит выпускается в виде песчинок диаметром 5 мм и используется для производства легкого бетона, теплоизоляционных изделий и огнестойких штукатурок. Плотность вспененного перлита для производства бетона должна составлять 150-430 кг / м<sup>3</sup>, для теплоизоляционных заполнителей - 50-100 кг / м<sup>3</sup>. Теплопроводность 0,04-0,08 Вт / (м ° С).



**Рисунок 5.3. Теплоизоляционные материалы.**



Вспученный вермикулит - это сыпучий теплоизоляционный материал в виде частиц серебристого цвета, получаемый путем измельчения и обжига водной слюды. При быстром нагревании вермикулит распадается на отдельные пластины, частично связанные между собой. В результате его объем увеличивается в 15-20 раз. Массовая плотность вермикулита 75-200 кг / м<sup>3</sup>.

Вспученный вермикулит используется в качестве теплоизоляционного наполнителя при производстве легких стеновых панелей и теплоизоляционных плит для утепления легкого бетона.

Топливный шлак - это пористый кусок материала, образующийся в печи в качестве побочного продукта при сгорании антрацита, угля, бурого угля и других твердых топлив.

Аглопорит получают путем спекания гранул из смеси глинистого сырья с углем. Гранулы спекаются путем сжигания угля. Когда уголь горит, масса разбухает. Массовая плотность аглопоритового щебня составляет 300-1000 кг / м<sup>3</sup>.

Керамзитобетон сейчас широко используется в строительстве, в производстве однослойных и трехслойных панелей.

Пенобетон получают из смеси цементного теста со стабильной структурой и пеной (вспененный из канифольного мыла и животного клея или другого компонента). После затвердевания ячейки пены образуют бетон с ячеистой структурой. Ряд изделий изготавливается из пенобетона.

Газобетон получают из смеси портландцемента, кремнеземного компонента и газификатора (обычно алюминиевого порошка). В эту смесь часто добавляют воздушную известь или каустическую соду. Полученная смесь разливается в формы, подвергается вибрации для улучшения структуры и в основном обрабатывается в автоклавах. Изделия из газобетона формируются в больших размерах, а затем разрезаются на элементы.

Автоклав изготовлен на основе силикатно-известково-кремниевое связующего с использованием местных материалов - воздушной извести,

песка, золы, металлургических шлаков. В наши дни дома из газосиликата со стенами широко распространены в сельской местности.

Древесная щепа также используется для строительства домов. В его состав входит известково-цементное тесто, которое смешано со смесью древесной щепы и песка. Состав формованного бетона - вяжущее: песок: щепа (1: 1,1: 3,2) - (1: 1,3: 3,3) (по объему) хороший теплоизоляционный материал.

Наивысшими теплоизоляционными свойствами обладают теплоизоляционные пенопласты, применяемые для утепления стен, облицовки и других элементов жилых домов. Это пористые пластики, полученные вспениванием и термообработкой полимеров. Происходит интенсивное выделение газов, которые разбухают полимер под воздействием температуры. В результате получается материал с равномерно распределенными отверстиями. Отверстия в ячеистых пластиках составляют 90-98% объема материала, а стенки 2-10%. Вот почему пена такая легкая. К тому же они не гниют, они достаточно гибкие и эластичные. Недостатками теплоизоляционных полимеров являются их ограниченная термостойкость и горючесть.

Пены бывают жесткими и гибкими. В строительстве жесткие конструкции используются для утепления внутренних конструкций. Пенопласт легко перерабатывается, и ему легко придать любую форму. Кроме того, их можно склеивать между собой и на другие материалы: алюминий, асбестоцемент, дерево. Для склеивания используются дифенолкаучук, модифицированный каучук и эпоксидные клеи.

В основе пористых пластиков лежат полистирол, поливинилхлорид, полиуретан, фенольные и карбамидные смолы.

Пенополистирол (пенополистирол) - наиболее распространенный теплоизоляционный материал, состоящий из спеченных между собой сферических частиц пенополистирола.

Пенополистирол - это жесткий пенополистирол с закрытыми ячейками.

Это твердый материал, устойчивый к воздействию воды, большинства кислот и щелочей. Важным недостатком пенополистирола является его горючесть. Он начинает гореть при температуре  $80^{\circ}\text{C}$ , поэтому рекомендуется размещать его в конструкциях, покрытых со всех сторон огнестойкими материалами. Он используется в качестве изоляционного материала в ламинированных панелях из железобетона, алюминия, асбестоцемента и пластика.

Пенополиуретан жесткий и эластичный. Пенополиуретановые маты из пористого полиуретана размерами  $2 \times 1 \times (0,03-0,06)$  м с теплопроводностью  $0,04 \text{ Вт} / (\text{м}^{\circ}\text{C})$ , а также жесткие и выпускаются в виде мягких плит. плотность  $30-150 \text{ кг} / \text{м}^3$  и теплопроводность  $0,022-0,03 \text{ Вт} / (\text{м}^{\circ}\text{C})$ . Легкость изготовления позволяет получать плитку из этого материала не только на заводе, но и на стройплощадке. Пенополиуретан со специальными добавками не поддерживает горение.

Мипора - белый пористый теплоизоляционный материал на основе карбамидоформальдегидного полимера. Мипора выпускается в виде блоков объемом не менее  $0,005 \text{ м}^3$  и теплопроводностью  $0,03 \text{ Вт} / (\text{м}^{\circ}\text{C})$  или плитки толщиной 10 и 20 мм. Мипора не горючий материал. При  $200^{\circ}\text{C}$  он только горел, но не горел. Однако он имеет низкую прочность на сжатие и является гигроскопичным материалом. Мипора применяется как легкий наполнитель для каркасных конструкций или полостей, не предъявляющих требований к влагостойкости.

Пеноизол - новый высокоэффективный теплоизоляционный материал, представляющий собой затвердевший пенопласт с закрытыми отверстиями. В зависимости от добавок он может быть жестким или эластичным. При использовании в качестве наполнителя мелкоизмельченного керамзитового песка пеноизол становится негорючим теплоизоляционным материалом. До  $350^{\circ}\text{C}$  он огнестойкий, а при температуре до  $500^{\circ}\text{C}$  не выделяет токсичных веществ, кроме углекислого газа. Пеноизол хорошо сцепляется с кирпичными, бетонными и металлическими поверхностями. Применяется

для утепления загородных домов, коттеджей, гаражей, ангаров, покрытий бассейнов.

Сотопласты производятся в виде листов гофрированной бумаги, хлопка или стеклоткани, пропитанных полимером и антипиреном. Сотопласты - это клетки правильной геометрической формы (в виде сот), которые регулярно повторяются. Используется в качестве утеплителя в трехслойных панелях из алюминия или асбестоцемента. По мере заполнения ячеек фрагментами мипора теплоизоляционные свойства ямы повышаются. Многие сотовые пластмассы используются в виде плит и блоков толщиной 350 мм.

Наиболее подходящими для строительства являются ямки из крафт-бумаги с размером пор 12 и 25 мм, пропитанные фенолформальдегидной смолой. Сотопласты из простой бумаги, пропитанные карбамидоформальдегидной смолой, хрупкие и хрупкие. Они часто расстаются, когда вы их видите.

Алюминиевая фольга - один из самых эффективных изоляционных материалов. В то же время это хорошая воздухо- и пароизоляция. В настоящее время в цветной металлургии производится фольга толщиной 0,005-0,2 мм. Алюминиевая фольга имеет глянцевую серебристую поверхность с высокой отражательной способностью. Большая часть лучистого теплового потока, попадающего в покрытую фольгой конструкцию, отражается, что снижает потери тепла через барьеры и увеличивает их тепловую защиту.

Для строительства фольга алюминиевая выпускается в рулонах диаметром 8-43 см, толщиной полотна 0,005-0,02 мм и шириной 10-460 мм.

Минеральная вата - теплоизоляционный материал, состоящий из лучших стекловолокон, полученных путем распыления жидких зарядных растворов из горных пород, таких как металлургические и топливные шлаки, доломиты, мергели, базальты. Длина волокон 2-60 мм. Теплозащитные свойства минеральной ваты обусловлены воздушными отверстиями между волокнами. Воздушные отверстия составляют 95% всего каркаса минеральной ваты.

Минеральная вата является лидером среди неорганических теплоизоляционных материалов благодаря простоте производства, неограниченному количеству сырья, низкой гигроскопичности и невысокой стоимости.

Недостатки минеральной ваты для теплоизоляции в том, что при хранении она уплотняется, мнется, часть волокон разрушается и превращается в пыль. Уложенная на конструкции минеральная вата очень низкой прочности должна быть защищена от механических воздействий. Поэтому изделия на его основе используются в строительстве - маты, массивные и полужесткие плиты.

#### **5.4. Коврики из минеральной ваты.**

Применяется для теплоизоляции внешних преград, а также конструкций с температурой не ниже  $400^{\circ}\text{C}$ . При плотности  $100\text{-}200\text{ кг / м}^3$  они имеют теплопроводность  $0,052\text{-}0,062\text{ Вт / (м}^{\circ}\text{C)}$ . Удлиненные ковры выпускаются длиной 2 м, шириной  $0,9\text{-}1,3$  м и толщиной сетки  $0,06$  м.

Ковры из минеральной ваты в металлической сетке получают путем сшивания ковров из минеральной ваты на металлической сетке хлопковыми нитками. Маты производятся с плотностью  $100\text{ кг / м}$ , теплопроводностью около  $0,05\text{ Вт / (м}^{\circ}\text{C)}$  и размером  $3 \times 0,5 \times 0,05$  м.

Ковры из минеральной ваты на подкладке из стекловолокна изготавливаются путем сшивания ковров из минеральной ваты со стеклянными коврами, обработанными в мыльном растворе. Они выпускаются плотностью  $125\text{-}175\text{ кг / м}^3$ , теплопроводностью  $0,044\text{ Вт / (м}^{\circ}\text{C)}$ , размером  $2 \times 0,6 \times 0,04$  м и могут использоваться для утепления конструкций с температурой до  $400^{\circ}\text{C}$ . Постели из минеральной ваты на бумажно-крахмальном связующем имеют коэффициент теплопроводности  $100\text{ кг / м}$ , плотность  $0,044\text{ Вт / (м}^{\circ}\text{C)}$ , длину  $1\text{-}2$  м, ширину  $0,95\text{-}2$  м, ширину  $0$ , Выпускается до 04. Мощность  $0,07$  м, шаг  $0,01$  м.

Теплоизоляционные полужесткие плиты на основе синтетических клеев

используются для изоляции строительных и других конструкций, в основном в качестве эффективной теплоизоляции облицовки и крыш, в том числе шифера. Их использование возможно во всех случаях, когда исключены влажность и деформация утеплителя при эксплуатации.

Плиты-полуфабрикаты состоят из минеральных волокон, пропитанных путем опрыскивания растворами фенольных спиртов и затем охлажденных. Плиты из полипропилена производятся с теплопроводностью  $0,046 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{С})$  при длине 1 м, ширине 0,5 м, толщине 0,03 и плотности  $100 \text{ кг} / \text{м}^3$ ; 0,04 и 0,06 м.

Полужесткие плиты на синтетическом связующем изготавливаются из коврового покрытия из минеральной ваты, пропитанного синтетическим связующим (например, карбамидной смолой) и затем подвергнутого термообработке. Выпускаются плотностью  $80-100 \text{ кг} / \text{м}^3$  с теплопроводностью  $0,031-0,058 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{С})$ .

Плиты из твердой минеральной ваты на битумном вяжущем с теплопроводностью  $0,042 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{С})$  выпускаются размером  $1 \times 0,5 \times 0,06 \text{ м}$ . Они обладают низкой гигроскопичностью, высокой водостойкостью и чувствительны к ним. Это не так. поражение грибками и насекомыми.

Листы из твердой минеральной ваты типа РЕ на синтетических связующих производятся с теплопроводностью  $0,04 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{С})$  и размером  $1 \times 0,05 \times 0,06 \text{ м}$ . Они мощные и их можно использовать. комбинированная теплоизоляция кровли и конструкции крупнопанельного ограждения.

Мягкие плиты из минерального хлопка называются минеральным войлоком. Выпускается в виде рулонов, завернутых в ДВП или водонепроницаемую бумагу. Минеральные войлочные ткани выпускаются длиной 1; 1,5 и 2 м, ширина 0,45; 0,5 и 1 м, толщиной 0-, 0,01 м с шагом 05-0,1 м. Для утепления строительных конструкций используются плиты из мягкой минеральной ваты на битумном вяжущем. Серьезным их недостатком является то, что войлок при небольшой нагрузке в первую очередь утолщается под собственным весом. В этом случае происходит резкое

увеличение плотности, иногда вдвое, что приводит к снижению его теплоизоляционных свойств.

Строительная влага получается из низкосортного животного хлопка, в который добавлены растительные волокна и крахмальная паста. Полученные панели пропитывают 3% раствором фторида натрия и сушат для защиты от повреждений моли. Строительный войлок является хорошим изоляционным и звукоизоляционным материалом и используется для оштукатуривания стен и потолков, а также для изоляции зазоров между дверными или оконными рамами и стенами.

Стекловолокно - это изоляционный материал, получаемый путем вытягивания расплавленного стекла и состоящий из шелковистых, тонких, гибких белых стеклянных нитей.

Маты из синтетического стекловолокна с плотностью 350 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,045 Вт / (м ° С) производятся длиной 1-1,5 м и шириной 0,5 м; 1; 1,5 м, мощность 0,03-0,06 м.

Базальтовый ультратонкий стекловолокно БСТВ - это высокоэффективный теплоизоляционный материал с низкой плотностью 17-25 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,027-0,036 Вт / (м ° С). Из него делают маты с хорошей тепло- и звукоизоляцией.

Пеностекло изготавливают из битого стекла или кварцевого песка, известняка, газированной воды, т.е. тот же материал, из которого сделаны разные виды стекла. Пеностекло получают путем спекания улиткового порошка, выделяющего углекислый газ при высоких температурах, с коксом или известняком. В результате в материале образуются большие отверстия, стенки которых содержат небольшие закрытые микропоры. Двойной характер пористости позволяет производить пеностекло с низкой теплопроводностью 0,058-0,12 Вт / (м ° С) в зависимости от плотности. Он водостойкий, морозостойкий, огнестойкий и очень прочный. Окна из пенопласта используются для утепления стен, потолков, крыш, подвалов и холодильников.

Цементно-древесноволокнистая плита - хороший теплоизоляционный материал, состоящий из смеси древесной щепы (древесной ваты) длиной 20-50 см, портландцемента и воды. Полученную массу формуют, термически обрабатывают и разрезают на отдельные пластины. На специальных станках некоммерческий брус лиственных пород играет в плитах роль армирующего каркаса. Цементно-фибrolитовые плиты имеют теплопроводность 0,09-0,12 Вт / (м ° С), длину 2-2,4 м и ширину 0,5-0,55 м и выпускаются марок М 300, 350, 400 и 500 по плотности. толщина 5; 7,5 и 10 см.

Арболит изготавливается из смеси портландцемента, измельченной древесной стружки и воды.

ДСП изготавливают путем прессования специально подготовленной древесной стружки с жидкими полимерами. Древесная щепа изготавливается из некоммерческой древесины на станках с использованием фанеры и мебели. Плиты представляют собой разновидность ламинированной конструкции, средний слой которой выполнен из древесной щепы толщиной около 1 мм, а внешние слои - из тонкой древесной щепы толщиной 0,2 мм. Для обеспечения биостойкости плит в массу древесной щепы и полимеров входят антисептики (бура, фторид натрия и др.), а также антипирены и гидрофобизаторы. Использование гидрофобизаторов помогает уменьшить набухание пластин при воздействии влаги.

Пластины снаружи декорированы полимерными пленочными материалами, пропитанной смолой бумагой, которая также защищает их от влаги и истирания. Иногда поверхность плитки покрывают водостойким лаком.

ДСП выпускаются различной плотности от 350 до 1000 кг / м<sup>3</sup>. Плиты средней (510-650 кг / м) и высокой (660-800 кг / м) плотности используются в качестве строительных и отделочных материалов, плиты низкой (350 кг / м) - в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов. Плиты бывают длиной 1,8-3,5 м, шириной 1,22-1,75 м и толщиной 0,5-1 см.

ДВП изготавливается из древесины или отходов деревообработки,



некоммерческой древесины, а также из растительного волокна из дров, тростника и хлопка. Чаще всего встречаются доски на древесной основе. ДВП выпускается разной плотности - от 250 до 950 кг / м<sup>3</sup>. Жесткие плиты (плотность более 850 кг / м) используются для устройства перегородок, заполнения потолков, изготовления плит, тканей и установленной мебели.



**Рисунок 5.4. Теплоизоляционные материалы**

Для тепло- и звукоизоляции зданий используются древесноволокнистые теплоизоляционные плиты плотностью до 250 кг / м<sup>3</sup> с теплопроводностью 0,07 Вт / (м °С). Они имеют длину 1,2-3 м, ширину 1,2-1,6 м и толщину 0,8-2,5 мм.

ДВП - теплоизоляционная древесноволокнистая плита, изготовленная из измельченной и химически обработанной древесины. При плотности 150 кг / м<sup>3</sup> они имеют теплопроводность 0,055 Вт / (м °С) и используются для теплоизоляции стен, крыш и других материалов.

Торфоизоляционные плиты производятся прессованием низкофрагментированного торфа с волокнистой структурой. Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии торфяных плит плотностью 170 и 250

кг / м  $0,06 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$ , длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 30 мм и изоляцией строительных ограждающих конструкций, используемых для.

Картон асбестовый получают из 4 и 5 сортов асбеста, каолина и крахмала. Изготавливается на листоформовочных машинах в виде листов длиной 0,9-1 м и шириной 2-10 мм. Коэффициент сухой теплопередачи составляет  $0,157 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$ .

Древесную щепу получают при обработке древесины, при изготовлении мебели, распиловке. Он используется в качестве изоляционного наполнителя из древесной стружки с плотностью около  $150 \text{ кг} / \text{м}^3$ , а также для производства арболита, ксилолита, древесно-стружечного бетона и других строительных материалов.

Пахля представляет собой коротковолокнистый материал, полученный из отходов конопли и льна, плотностью  $160 \text{ кг} / \text{м}^3$ , теплопроводностью  $0,047 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$  и используемый для герметизации стен и полостей оконных коробок.

Гипсокартон для профилей обладает огнестойкостью, высокими звукоизоляционными свойствами, легко забивается гвоздями. Плиты используются для перегородок в помещениях с относительной влажностью не более 70%. Гипсовые детали бывают твердые и пустотелые, длиной 0,8-1,5 м, шириной 0,4 м, толщиной 80, 90 и 100 мм.

Гипсокартон - это декоративный материал из гипса, армированного растительными волокнами. Усадочные швы плиты должны пересекаться в отверстиях для колонн. Сухая штукатурка легко режется, не пригорает и хорошо прибивается. Гипсокартон при сгибании трескается. Как и все изделия на основе гипса, они разрушаются под действием влаги.

Сухой гипс выпускается на листах длиной 2,5-3,3 м, шириной 1,2 м и толщиной 10-12 мм и применяется для внутренней отделки. Стены и потолок приклеиваются к поверхности специальной мастикой. Швы между плитами заделываем безусадочной шпаклевкой.

Гипсобетонные блоки - это местный строительный материал, который

используют для облицовки наружных стен малоэтажных домов, где нет других эффективных стеновых материалов.

Гипсобетонные конструкции производятся на основе высокопрочного гипса или гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. Он содержит пористые заполнители - керамзитовый гравий, топливный шлак, а также смесь кварцевого песка и древесной щепы. В зависимости от заполнителя гипсобетон имеет плотность 1000-1600 кг / м<sup>3</sup>. Применяется для изготовления полнотелых и пустотелых плит.

### **5.5. Волокнистые теплоизоляционные материалы**

К ним относятся текстиль, дерево, бумага, картон и асбест. Преимущества включают низкую стоимость, гораздо более высокую механическую прочность, гибкость и простоту обращения. Недостатки - низкая электрическая и теплопроводность, гигроскопичность. Свойства таких материалов можно значительно улучшить замачиванием.

Древесина была одним из первых электроизоляционных и конструкционных материалов, используемых в электротехнике, благодаря низкой стоимости и простоте обращения. В основе дерева, как и любого растительного волокна, лежит органическое вещество - целлюлоза, представляющая собой полимерный углеводород (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>, молекулы которого имеют форму длинных цепочек с числом звеньев до двух тысяч. Целлюлоза имеет относительно высокую диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь  $\tan \delta = (6,5 \dots 7)$ ;  $\tan \delta = (0,005 \dots 0,01)$ .

Тяжелые породы дерева обладают большей механической прочностью, чем более легкие. Меньше силы по длине волокна дерева.

К недостаткам древесины можно отнести высокую гигроскопичность, что резко снижает электроизоляционные свойства, а также приводит к растрескиванию и изгибу, нестандартные свойства в зависимости от направления распила, наличие сучков и других дефектов, низкую термостойкость и горючесть. Когда древесина пропитывается льняным

маслом или различными смолами, свойства улучшаются. Если деревянные детали предназначены для работы на трансформаторном масле, после высыхания их пропитывают тем же маслом.

В электротехнике производятся деревянные ножевые ручки, деревянные опоры для линий электропередачи и связи, крепления для трансформаторов высокого и низкого напряжения, фанерный шпон, клинья щелевые для электрических машин и др.

Самый тонкий и высококачественный вид электроизоляционной бумаги - это конденсаторная бумага, которая используется для изготовления диэлектриков конденсаторов. Конденсаторная бумага изготавливается из сульфатной древесной массы. Бумага не является высокочастотным диэлектриком. Используется при переменном токе до 10 кГц.

Помимо конденсаторной бумаги, производятся кабельная бумага различных марок, телефонная бумага КТ и КТУ, впитывающая бумага (используется для производства гетинакса) и оберточная бумага.

Одним из самых «старых» материалов, используемых в качестве электроизоляционных материалов, является электрокартон. Это связано с его невысокой стоимостью и хорошими эксплуатационными качествами. Изоляция с высокими электрическими параметрами в сочетании с высокой стабильностью и механической прочностью может быть получена при пропитке электрокартона трансформаторным маслом.

Изоляционная пластина широко используется в качестве основного твердого материала в силовых трансформаторах, для чего она доступна в нескольких различных вариантах.

Лаки - это гибкие электроизоляционные материалы, пропитанные электроизоляционным лаком. Пропитанные волокнистые материалы также включают лакированную бумагу и электроизоляционные ленты. Основа из пропитанных материалов - ткань или бумага - обеспечивает высокую механическую прочность, гибкость и определенную эластичность. Электроизоляционные лаки при замачивании заполняют поры ткани, а после

высыхания образуют на поверхности прочную пленку, обеспечивающую хорошие электрические свойства и устойчивость к влаге. Лаки используются в электрических машинах, приборах, кабельной продукции в виде различных лент, прокладок, катушек и т. Д.

В зависимости от вида пропитки лака лаки делятся на светлые (желтые), масляные и черно-масляно-битумные.

Светлые лаки обладают высокими электрическими свойствами, устойчивы к нефтяным маслам, бензину, воде, но имеют склонность к тепловому старению, что увеличивает твердость при нагревании.

Черные лаки обладают более высокими электрическими свойствами, чем свет, устойчивы к влаге и имеют меньшее тепловое старение, но они не устойчивы к маслу и бензину. Нейлоновые ткани превосходят шелк по эластичности, но они менее устойчивы к резкому повышению температуры, например, при пайке изолированных проводов.

+ Асбест - это название группы минералов с волокнистой структурой. Наиболее распространен хризотилловый асбест, содержащий  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Преимущество асбеста перед органическими материалами - высокая термостойкость. При температуре  $400-500^\circ\text{C}$  из асбеста удаляется вода, изменяется его кристаллическая структура и теряется механическая прочность. Асбест не используется в изоляции для высоких напряжений и высоких частот. Используется в виде пряжи, ленты, ткани, бумаги, картона и других изделий. Эти продукты относительно грубее, тверже и толще органических волокон.

Широко используются электрические машины и аппараты, а также некоторые синтетические текстильные материалы, полученные путем химической обработки определенных веществ: искусственный шелк, различные волокнистые материалы из растительных источников (бумага, картон, хлопковые и шелковые волокна, ткани и ленты). (нейлон, нейлон), материалы из полистирола, поливинилхлорида, полиамидных и триацетатных пленок. Изоляционные материалы из органического волокна

отличаются низкой термостойкостью. в натуральном виде без специальной обработки класса У. Их недостаток - высокая гигроскопичность. Между их волокнами и нитями остаются воздушные поры (поры), которые легко впитывают влагу.

Бумага и картон. Бумага и картон - это короткие волокнистые слоистые материалы из целлюлозы. Бумага изготовлена из измельченных хлопчатобумажных тканей и древесных волокон, прошедших специальную химическую обработку. Все виды бумаги обладают хорошими изоляционными свойствами, но в электротехнике используются только следующие специальные марки: кабель (толщиной 0,08-0,17 мм), телефонный (0,05 мм), конденсаторный (7-30 мкм), клей (0, 33). . мм), всасывание (0,12 мм), обертка (0,05-0,07 мм) и слюда (20 мкм).

Этот тип бумаги используется для изоляции обмоточных проводов и различных типов кабелей, для изготовления конденсаторов, для склеивания листов электротехнической стали, а также слюдяной ленты (см. Ниже) и различных слоистых пластиковых материалов (листовой и фасонный гетинакс, бакелитовые трубки и т. Д. ).).

Картон изготавливается из того же сырья, что и бумага, но он намного толще. В электротехнике используются следующие виды картона: электрокартон, ДВП и бланки.

Электрокартон имеет толщину от 0,2 до 3 мм и обладает высокими изоляционными свойствами. Его электрическая прочность достигает 25 кВ при толщине 1 мм. Он очень гибкий, что позволяет изгибать его под нужными углами. Он используется для производства прокладок, кожухов змеевиков, моющих средств, изоляции канавок электрических машин и т. Д.

Волокно - картон, обработанный слабыми кислотами. Обладает высокой твердостью, прочностью и может обрабатываться на металлорежущих станках (сверлильных, токарных, фрезерных и др.). Выпускается в виде листов разной толщины или в виде стержней и трубок. Обладает хорошими изоляционными свойствами, но увеличивает гигроскопичность.

Текстильные материалы. Электроизоляционные текстильные материалы в основном состоят из растительных волокон, которые в основном состоят из целлюлозы (хлопок, реже лен, конопля, джут). Иногда используется шелк, который обеспечивает тонкую и в то же время механически прочную изоляцию.

Наиболее распространенными из различных типов синтетических волокон являются синтетический шелк (вискоза и ацетат), полученный путем химической обработки целлюлозы, а также нейлон и нейлон. Синтетические вещества, полученные из целлюлозы (сложные эфиры целлюлозы), обладают хорошей растворимостью, что позволяет им образовывать тонкие нити, пропуская их через отверстия небольшого диаметра.

Нейлон и нейлон на основе синтетических полиамидных смол являются механически прочными, негигроскопичными и термостойкими.

Текстильные материалы из синтетических волокон используются в различных областях электроизоляционной техники (для производства оберточных проводов, лакированных тканей и т. Д.). В электротехнике используются различные виды текстильных изделий: пряжа, нити, ткани, ленты и др. (Текстолит и др.).

Тканые (с краями) тканые хлопчатобумажные ленты широко используются для изоляции и ремонта обмоток электрических машин: тафта (толщина 0,18-0,20 мм), диагональные (рыбья кость) тканые нити (0,30-0,35 мм) и кембрийские (0,10-0,12 мм). ). Пряжа (пряжа, обернутая отдельными волокнами) используется для изоляции проводов и канатов путем наматывания и обертывания.

В технологии электроизоляции механические свойства необработанных тканей и лент используются больше, чем их электрические свойства. Это связано с тем, что специально обработанные ткани не могут служить изоляторами, так как между их нитями есть дыры, которые впитывают влагу.

Для улучшения изоляционных свойств волокнистых материалов их поры заполняют различными затвердевающими влагостойкими веществами:

природными и искусственными смолами, битумом и пленками, образующимися при высыхании некоторых масел. Для получения лаков и эмалей смолы и масла растворяют в различных летучих жидкостях. Когда лак, который нанесен тонким слоем на твердую поверхность и проникает в отверстия утеплителя, высыхает, растворитель испаряется и основа лака становится твердой. В этом случае образуется пленка, которая плотно прилегает к твердой поверхности и имеет высокие электроизоляционные свойства и низкую гигроскопичность. Процесс заполнения волокнистых материалов герметизирующими электроизоляторами называется отсасыванием. Для пропитки используются натуральные лаки (шеллак, копал, битум, масла и их смеси) и синтетические лаки, полученные химической обработкой различных органических веществ (бакелитовых, глифталевых, поливинилхлоридных, нитроцеллюлозных и др.).

В зависимости от режима сушки различаются лаки и эмали холодной (воздушной) и горячей (печной) сушки. Пленка лака хрупкая, и температура подготовки не должна превышать  $110^{\circ}\text{C}$ , чтобы предотвратить растрескивание.

Впитывающие лаки горячей сушки являются наиболее распространенными для пропитки изоляции упаковки электрических машин и оборудования. Пропитка волокнистых изоляционных материалов этим лаком осуществляется следующим образом. Изделия опускаются в духовку на 5-10 часов при температуре  $100-110^{\circ}\text{C}$  и нагреваются (при температуре  $60-70^{\circ}\text{C}$ ) с лаком. Через 15-30 минут пропитанный материал снимают с ванны, излишки лака стекают и сушат в духовке при температуре  $100-110^{\circ}\text{C}$  (согласно рекомендованному режиму сушки этого лака). После такого замачивания и высыхания на поверхность изделия наносится покрывающая эмаль и проводится окончательная сушка.

После высыхания эмаль образует твердое глянцевое покрытие, защищающее ее от влаги и механических воздействий.

В современной технике используются лаки и эмали, различающиеся по составу и назначению. У каждого своя технология нанесения. Эти детали



подробно описаны в стандартах и спецификациях для соответствующих лаков.

Самые распространенные виды лаков: легкие масляные лаки; в основном олифы, а в качестве растворителя бензин, обычный или лаковый парафин или их смеси. Их сушат на воздухе и сушат в духовке; используется для покрытия электротехнической стали и проволочных листов эмалевой изоляцией, для производства слегка лакированных тканей и т. д. Обладают высокими изоляционными и защитными свойствами, но не маслостойкими;

черные битумные лаки холодной сушки; изготовлены из асфальта и нефтяного битума, растворенного в бензоле, толуоле или скипидаре, или смешанного с бензином и парафиновым лаком. Применяются в качестве антикоррозионных покрытий для стальных деталей;

лаки масляно-битумные черные; используются в качестве впитывающих и покрывающих лаков при производстве и ремонте электрических машин;

лак шеллак - раствор шеллака в спирте; Используется в качестве клеящего лака при изготовлении миканитов, а также при различных электромонтажных и ремонтных работах. Требуется горячей сушки, может использоваться как лак при холодной сушке;

в основном глифталевые синтетические смолы и глифталевые лаки, содержащие смесь ацетона, толуола и бензина в качестве растворителя, и другие. Они маслостойкие, обладают хорошими изоляционными и защитными свойствами, представляют собой высушенные в печи лаки. Они используются в качестве пропитки и лаков для покрытий, а также для производства серых эмалей, используемых для покрытия деталей электрических машин и аппаратов;

бакелитовые лаки представляют собой спиртовые растворы синтетической бакелитовой смолы. Абсорбирующие и адгезивные лаки горячей сушки, которые обеспечивают механически прочную, но низкую эластичность и термическое старение пленки;

нитроцеллюлозные лаки (нитролаки); представляет собой раствор

целлюлозы в различных растворителях. Образует хорошую быстросохнущую защитную, но термостойкую пленку.

Смеси используются для поглощения неподвижных катушек и заполнения различных проводящих частей (воздушных зазоров вокруг катушек электрооборудования, полостей в оболочках кабелей, крышках аккумуляторных батарей и т. Д.). Они более влагостойкие и влагостойкие, чем лаки, а при охлаждении полностью затвердевают. Они не содержат пор от испарившегося растворителя, что наблюдается при пропитке лаками. Битум используется как основа для производства смесей. В смеси добавляются олифы, смолы и воски для придания им большей эластичности, термостойкости и маслостойкости. Процесс замачивания смесями можно проводить при высоких температурах (выше их точки плавления). Пропитанные изделия на некоторое время погружаются в расплавленный компаунд и удаляются, не дожидаясь его полного застывания.

Вакуумный отсос со смесями более совершенен. Этот абсорбируемый продукт сначала сушится в герметично закрытом котле (автоклаве) под вакуумом, а затем абсорбируется в том же бойлере при нескольких атмосферных давлениях. В некоторых случаях отсос осуществляется в несколько циклов с периодической подачей давления в автоклав.

Лаки, смолы и эмали используются не только для пропитки волокнистых материалов, но и для глазурирования проводов, изоляции пластиковых проводов, покрытия листов электротехнической стали, склеивания различных твердых электроизоляционных материалов и изделий и т. Д.

В последнее время для изоляции электрических машин и оборудования широко используются различные материалы из неорганических волокон: стекловолокно и асбест. Основным преимуществом этих материалов перед органическими материалами является их высокая термостойкость. Стекловолокно получают путем пропускания расплавленного стекла через небольшие отверстия. В толстом слое стекло - хрупкий и хрупкий материал.

Однако очень тонкие волокна (диаметром 3-7 мкм) настолько гибкие, что их можно обрабатывать методами текстильной технологии. Стеклоткани и ленты сотканы из стекловолокна, завернутых в отдельные волокна. Эти же нити используются для изоляции обмоточных проводов.

Для склеивания и пропитки стекловолоконных материалов используются органические лаки и силиконовые лаки и смолы. Таким способом получают различные стеклоткани, стеклопластиковые ленты, стеклопластик и другие материалы.

Кремнийорганические смолы, как следует из их названия, содержат кремний, один из наиболее важных компонентов многих неорганических диэлектриков, помимо углерода, присущего органическим веществам. Такие смолы обладают значительной термостойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами и низкой гигроскопичностью.

Монолитный кремнийорганический изолятор используется для изоляции катушек тягового двигателя. Змеевик заполнен кремнийорганическим компаундом. После затвердевания он образует единую монолитную конструкцию.

Асбестовое волокно также может быть переработано с использованием текстильных и бумажных технологий: из него можно сделать ткань, ленту, бумагу и картон. В некоторых случаях в асбестовую пряжу добавляют хлопковые волокна для увеличения ее прочности. Изделия из асбеста обладают гигроскопичностью и низкими изоляционными свойствами. Поэтому в технологии утепления асбест используется как вспомогательный жаростойкий материал и требует дополнительной обработки лаками или битумом.

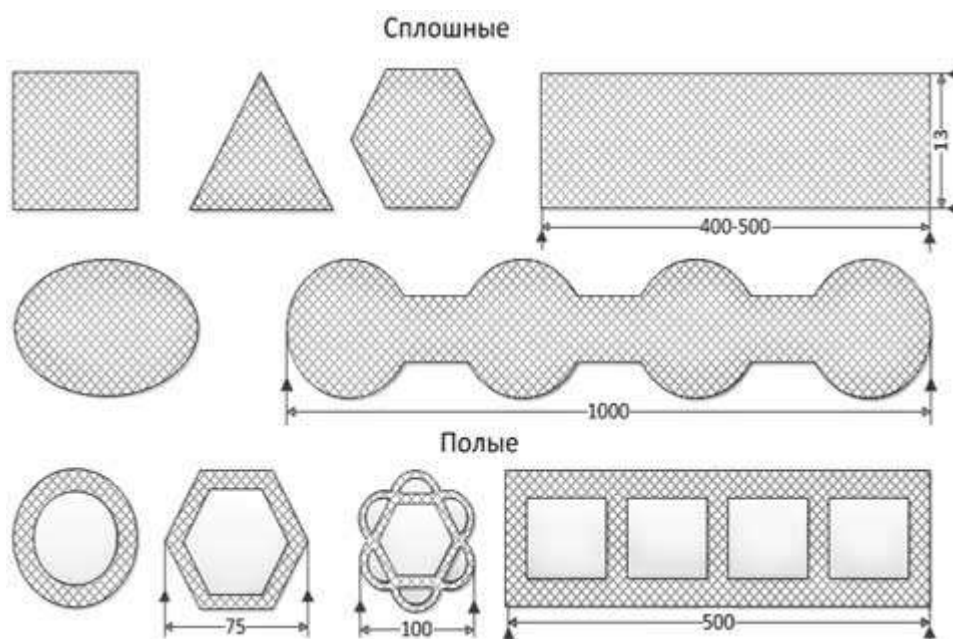
## **5.6. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

Композиционные материалы (неметаллические или металлические) различаются по своей структуре - их структура армирована разными типами элементов, в частности, волокнами. Один из самых распространенных по

частоте использования - это волокнистые наполнители. Они вторые по популярности после разрыва отношений.

Суть этой технологии заключается в объединении совершенно разных материалов в единое целое для получения новых качеств, не уникальных для них. Например, в лаборатории к золоту добавляли кусочек поваренной соли, а точнее хлорида натрия, для придания ему пластичности. Кстати, волокнистые композиционные материалы - это не покупка нашего времени. Первые образцы таких материалов можно безопасно прикреплять к раковинам, сделанным для египетских мумий, для изготовления которых использовались пропитанные смолой фрагменты папируса.

### **Tolali materiallar va ularning xossalari**



**Рисунок 5.5. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

Волокна или усы используются для укрепления волокнистых композиций. Даже небольшое их количество в этом типе материала значительно улучшает его механические свойства. Возможность изменять направление волокон, их размер и концентрацию при армировании позволяет дополнительно изменять свойства композитного материала.

Для армирования часто используются углеродные, бариевые, стеклянные, базальтовые или полимерные волокна. Монокристаллические нити в форме усов также представляют особый интерес из-за их чрезвычайно высокого модуля упругости и прочности на разрыв.

Волокнистые композиты, такие как цемент, гипсоволокнистые плиты и т. Д., Обычно содержат стеклянные, пластмассовые, стальные или углеродные волокна. Что касается натуральных волокон, скажем, целлюлозы, то процент их использования в этом сегменте рынка намного ниже, но они, в свою очередь, придают композиции абсолютно интересные свойства. Из их:

- высокий уровень гибкости;
- хорошая способность регулировать влажность;
- Низкая плотность и вес.

Состав наполнителя

Основные типы волокон, особенно стеклянные и углеродные, обычно имеют круглое поперечное сечение  $\varnothing$  8-20 микрон, хотя поперечное сечение может быть треугольным, ромбическим или другим по форме. Его называют сплошным профилем волокна вне поперечного сечения. Также они могут быть полыми, что способствует снижению плотности армированного состава.

По структуре они делятся на четыре группы: сплошное одностороннее, тканевое, флизелиновое, объемное плетение. Придав наполнителям другую структуру и скрепив их вместе с первичными обернутыми нитями, лентами, можно получить различные армирующие наполнители: сетку, пленку, холст и многое другое.

В качестве примера рассмотрим популярный наполнитель из стекловолокна, используемый для армирования, например стекловолокно.

- Стекловолокно обыкновенное (диаметр частиц - 10-15 мкм, длина - 0,3-0,65 мм). Значительно увеличивает такие параметры продукта, как твердость, устойчивость к механическим воздействиям, сопротивление восхождению, твердость и термостойкость, сопротивление усталости. Увеличивает плотность продукта, долговечность и стабильность размеров.



**Рисунок 5.6. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

- Длинный стеклопластик (длина -10-12 мм). Все, что вам нужно сделать, это добавить много возможностей ко всем перечисленным выше функциям. Изделия, армированные длинным стекловолокном, производятся в условиях, не нарушающих целостность волокна.

- Стекловолокно (0,08 мм), мелко нарезанное. Умеренно повышаются твердость и механическая прочность композита. Продукт менее устойчив к истиранию.

- Опустошите воздушные шары внутри бутылки. Повышает жесткость, но снижает ударопрочность. Уменьшает вес, анизотропию скручивания и усадки, то есть разницу в усадке в разных направлениях продукта.

Некоторые распространенные волокнистые материалы: свойства и применение ↑

Древесные композиты. ДСП, арболит, ДВП, древесные прессовые порошки и пресс-массы, фанера, клееные конструкции, древесно-полимерные термопластические композиты и др.



**Рисунок 5.7. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

Широко применяется ДВП. В процессе их производства срезанная древесная масса проходит через специально разработанные шлифовальные диски, в результате чего получаются самые лучшие волокна (толщина - 0,1 мм). После смешивания с клеем они прессуются и затвердевают при высоких температурах. В дальнейшем поверхность плит обычно полируется. Композитная конструкция имеет ряд преимуществ:

- структура плиты имеет одинаковую плотность по всей толщине;
- крепко держите крепеж: шурупы, гвозди;
- Берут на себя фрезеровку не хуже лиственных пород.

Конкретный. Ассортимент современного бетона очень разнообразен, различается по составу и свойствам. В их основе лежит традиционный цемент, а также полимеры, эпоксидная смола, полиэстер, акрил и другие. По прочности высокоэффективный бетон близок к металлам. В последнее время стали популярны и декоративные элементы.



**Рис.58 Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

Пластмассы, армированные углеродным волокном. Углеродные волокна получают из натуральных и синтетических волокон из наполнителей этих полимерных композитов, целлюлозы, акрилонитрила, сополимеров, угольного песка, масла и других. Терморезистивные или термопластичные полимеры служат в качестве матриц в углепластиках. Это легкий, но очень прочный материал с низкой плотностью и высоким модулем упругости. Углепластики используются в машиностроении, авиации, ракетостроении, медицинской технике и других областях.



**Рисунок 5.9. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**



Стекловолокно. Упрочнение волокнистой композиции осуществляется с помощью стекловолокна, полученного из расплавленного неорганического стекла. Композиты отличаются высокой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами и не мешают передаче радиоволн. Стекловолокно используется в судостроении, электронике, строительстве и т. Д.



**Рисунок 5.10. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

Боропластика. Прутковые волокна в виде мононитей или пучков и лент, которые содержат стекловолокно или другую пряжу, заполнены терморезистивными матрицами. Композиты оказались очень эффективными в условиях длительной нагрузки в агрессивных средах. Производство борных нитей дороже, поэтому применение боропластов ограничивается аэрокосмической промышленностью.

Пресс-порошок (пресс-массы). На сегодняшний день известно более 10 000 типов композиционных полимеров. Первый полимер с наполнителем был изготовлен путем прессования порошка бакелита для прессования, в частности древесной муки, в частично затвердевший полимер. Таким образом, хрупкое вещество с низкой прочностью необратимо затвердевает в форме и имеет повышенную прочность. В качестве наполнителей часто используются древесная мука, каолин, тальк, мел, слюда, шлак, базальт,

стекловолокно и т. Д.



**Рисунок 5.11. Волокнистые композитные теплоизоляционные материалы**

### **Контрольные вопросы**

1. Основные виды волокнистых теплоизоляционных материалов.
2. Виды и свойства теплоизоляционных материалов.
3. Коврики из минеральной ваты.
4. Волокнистые теплоизоляционные материалы.
5. Волокнистые композиционные теплоизоляционные материалы.

### **Дополнительная литература**

Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.

1. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.

2. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.

3. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.



## ГЛАВА VI

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 6.1. Главная Информация

Теплоизоляционные материалы используются для изоляции жилых и культурных зданий, технологического оборудования, труб, холодильных и отопительных помещений и оборудования от жары и холода. Строительные материалы, теплопроводность которых не превышает  $0,175 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$  (при температуре  $25^\circ\text{C}$ ), называются теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляция зданий и сооружений позволяет экономить большое количество тепловой энергии. Кроме того, толщина стен здания, пропорционально уменьшается удельный вес конструкции. Использование 1 тонны эффективных теплоизоляционных материалов в строительной системе позволяет экономить около 200 тонн условного топлива. Изоляция тепловых и холодных агрегатов снижает потери тепла и холода на 20-50%.

Для теплоизоляции наружной стены здания требуется  $0,64 \text{ м}^3$  жженого кирпича или  $0,32 \text{ м}^3$  керамзита на  $1 \text{ м}^2$ ,  $0,14 \text{ м}^3$  фибролита,  $0,1 \text{ м}^3$  плит минеральной ваты и  $0,04 \text{ м}^3$  пенопласта.

#### 6.2. Акустические материалы

В настоящее время уровень шума увеличивается в городах и других жилых районах. Шум приводит к нервозности и болезням нервной системы человека. Снижение вреда шума для человеческого организма - одна из

основных социальных проблем. Человеческое ухо воспринимает звуки с частотой 16-200 000 Гц, а звуки с частотой 1500-3000 Гц слышит с волнением и чувствительностью.

Шум в воздухе в основном вызван ветром, ударяющим по различным объектам. Возникающий шум попадает на барьерные конструкции зданий, создавая в помещении шум различной частоты. Шум поглощается или возвращается к покрытиям стен и другим предметам в комнатах.

Ударный шум создается и распространяется в ограждающих конструкциях за счет вибрации, вибрации, удара (под действием сильного ветра) и подобных факторов.

Уровень звукового давления указывает допустимый уровень помех и установлен в Строительных стандартах и правилах (ГОСТ). Звуковое давление измеряется в децибелах на разных частотах (дБ) 51 дБ.

Акустические свойства строительных материалов и изделий представлены средним арифметическим коэффициентов звукопоглощения (таблица 6.1).

Структура звукопоглощающих материалов следующая: пористо-волокнистая (минеральная вата, стекловата), пористо-ячеистая (ячеистый бетон, перлит), пористо-губчатая (поролон, резина, резина).

Таблица 6.1

### Классификация частот

Название частотного диапазона	Индикатор частотного диапазона	Среднее арифметическое частот, Гц
Низкая частота	N	63; 125; 250
Средняя частота	S	500; 1000
Высокая частота	V	2000; 4000; 8000

Акустические материалы доступны в жестком, первичном, полужестком и мягком скелетном типе с точки зрения относительной компрессии. Полужесткие и мягкие акустические материалы обладают

способностью поглощать больше звука из-за их особой упругой деформации.

В качестве акустических материалов можно использовать легкие бетоны, фибролит, ксилолит и т. Д. входит. Минеральный хлопок, плиты на основе стекловолокна и полимеров, древесноволокнистые плиты и асбестосодержащие материалы считаются полускелетными изделиями. Пенополиуретан, поливинилхлорид, пенопласт - это мягкие каркасные акустические материалы.

Акустические материалы делятся на негорючие, негорючие и негорючие.

В зависимости от формы и внешнего вида акустические материалы бывают зернистыми (блоки, плиты), оберточными (маты, ленточные уплотнения), дроблеными (хлопок, растительная вата) и рыхлыми (керамзит, вермикулит, перлит, доменный шлак).

Акустические материалы устойчивы к влажным и биологически активным средам и соответствуют требованиям санитарии и гигиены.

Акустические материалы и изделия можно разделить на звукопоглощающие и звукоизоляционные типы в зависимости от области применения, структуры и свойств.

### **6.3. Звукопоглощающие материалы**

Звукопоглощающие материалы используются для снижения шума в общественных и промышленных зданиях. Их используют при изготовлении звукопоглощающих конструкций в кинотеатрах, зрительных залах, теле- и радиостудиях для создания особых акустических условий и снижения шума шумогенераторного оборудования.

Звукопоглощающие свойства материалов оценивают по коэффициенту звукопоглощения  $\tau$ . Коэффициент звукопоглощения измеряется отношением звуковой энергии, поглощенной поверхностью материала, то есть невозвращенной звуковой энергии  $E_{\text{упт}}$ , к общему количеству звуковой энергии, соответствующей материалу, в единицу времени,

$$\tau q E_{yum} / E_{tush}$$

В однородном звукопоглощающем (пористом) материале звуковая энергия поглощается из-за потерь энергии из-за вязкого трения, теплообмена между пористыми стенками и воздухом, а также процессов релаксации, которые происходят в неидеально упругом каркасе.

Коэффициент звукопоглощения определяется с помощью специальной камеры или интерферометра.

Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты звукового угла. Звукопоглощение материала зависит от структуры пор, и большое значение имеют размер пор и их взаимосвязь. Поэтому целесообразно производить звукопоглощающие материалы с открытыми порами, пористыми с развитым сетевым подключением. Оптимальный размер пор 0,1-1 мм. Крупные поры поглощают низкочастотные звуки.

Увлажнение акустического материала снижает коэффициент звукопоглощения во всех частотных диапазонах.

Звукопоглощающие материалы делятся на классы по коэффициенту звукопоглощения в частотном диапазоне: первый класс - выше 0,8, второй - от 0,8 до 0,4 и третий класс - от 0,4 до 0,2.

Примерами эффективных звукопоглощающих материалов являются плиты из минерального и стекловолокна, изделия на основе гипса.

Волокнистые акустические плиты изготавливаются на основе минеральной ваты, стекловаты, асбестового волокна и фенолформальдегидного полимера, битума, поливинилацетатных эмульсионных связующих, прессованные под малой нагрузкой и термообработки. Затем изделие обрабатывается и покрывается декоративным слоем. Усадочные швы плиты должны пересекаться в отверстиях для колонн, должны пересекаться в отверстиях для колонн и должны пересекаться в отверстиях для колонн. Плиты бывают размером от 300х300 до 900х1000 мм и толщиной от 15 до 100 мм.

Средняя плотность плит из минеральной ваты и стеклопластика

составляет 50-250 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент звукопоглощения 0,5-0,8. В основном они используются для защиты общественных зданий от шума.

Пластины акминита и акмиграны изготавливаются из гранул из минеральной ваты или стекловолокна на основе крахмального связующего. Технология производства плит состоит из следующих основных процессов: гранулирование минеральной ваты, приготовление связующего, приготовление связующего и гранулированной смесительной массы, формование, сушка, отделочные работы (шлифовка, калибровка, крашение). Связующее состоит из крахмала, карбоксиметилцеллюлозы, бентонитового порошка, а также гидрофобных и антисептических добавок. В настоящее время предлагаются различные связующие для замены крахмала в пище.

Таблички выпускаются размером 300x300x20 мм. Их средняя плотность составляет 320-360 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент звукопоглощения 0,2-0,8. Правая сторона плит оформлена в виде светлого известняка.

Плитка акминит и акмигран применяется для покрытия потолков и стен общественных зданий с относительной влажностью до 70%. Пластинки будут использоваться в кино и концертных залах, аудиториях учебных заведений и т. Д. широко используется в декоре. Пластины акминита и акмиграны быстро и легко крепятся к основанию с помощью металлических профилей.

Древесноволокнистые плиты выпускаются перфорированными или декорированными проемами. Правую поверхность плитки оформляют клеевыми или синтетическими красками. Выпускаются от 1200x1200 мм до 3000x1700 мм, толщиной 2-25 мм.

Средняя плотность плит 200-250 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент звукопоглощения не менее 0,3-0,4. Древесноволокнистые плиты используются в качестве акустических и декоративных материалов для внутренней отделки общественных и культурных зданий.

На основе пенобетона производятся звукопоглощающие плиты и эффективные плиты типа Силакпор. Силакпор имеет коэффициент



звукопоглощения 0,6-0,8, среднюю плотность 350-500 кг/м<sup>3</sup> и прочность на сжатие 0,1 МПа.

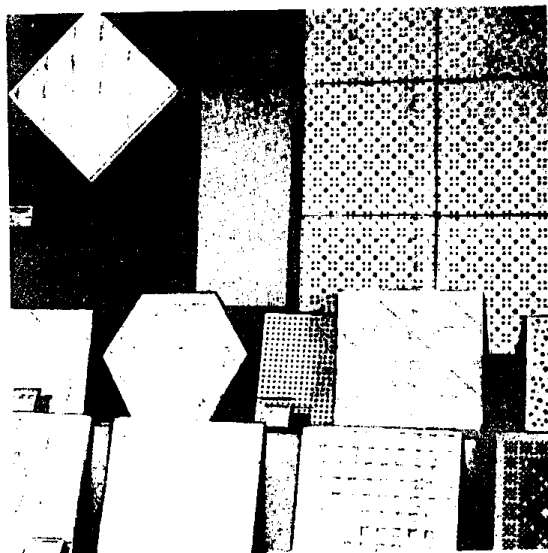
К перфорированным акустическим материалам относятся минеральная вата, маты из стекловолокна, пористые материалы и конструкции на основе пенополиуретана. Акустический материал снаружи покрыт перфорированными стальными листами, гипсокартонами и другими материалами, образующими экран. Они соответствуют требованиям гигиены, легковоспламеняющиеся или трудновоспламеняемые, декоративные, легко моющиеся. Такие акустические панели используются для отделки потолков и стен общественных и культурных зданий.

Гипсокартонные акустические плиты изготавливаются однорезистые, перфорированные. Гипсокартон армируют стекловолокном и поливинилхлоридным кордом, стеклянными порами и перлитом. Внутри гипсового экрана приклеивается бумага и устанавливаются листы минеральной ваты, обернутые фольгой. Эффективны двухслойные акустические изделия с внешним слоем из перфорированного гипсокартона и внутренним слоем из нетканого материала или фильтровальной бумаги.

Акустико-декоративные гипсовые плиты производятся путем склеивания бумаги и установки плит из минеральной ваты, обернутых фольгой.

Влажность материала не превышает 8%. Новый акустический материал под названием АКОР производится на основе целлюлозных отходов и фосфогипса (отходы производства удобрений) целлюлозно-бумажного комбината.

Поверхность акустического устройства должна быть перфорирована не менее чем на 30%, чтобы полностью поглощать звук. В этом случае размер и форма отверстий в изделии, угол, глубина влияют на коэффициент звукопоглощения. Некоторые примеры текстурированных звукопоглощающих акустических материалов показаны на рисунке 6.1.



**Рисунок 6.1. Различные фактурные звукопоглощающие декоративные материалы**

Используемые в настоящее время акустические материалы представляют собой изделия с высокой гигроскопичностью и водостойкостью. Повышенная влажность акустического материала приведет к гниению продукта, поэтому рекомендуется защищать акустические материалы от воды и влажной среды при их транспортировке, хранении и использовании.

Производство специальных звукопоглощающих материалов, устойчивых к температурам от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $-450^{\circ}\text{C}$ , на основе синтетических связующих, стекловолокна или ультратонких стеклопластиковых скоб.

#### **6.4. Звукоизоляционные материалы**

Звукоизоляционные или уплотнительные материалы используются для изоляции многослойных плит перекрытия и навесных стен от ударного шума и для частичного поглощения воздушного шума.

Стандарты звукоизоляции определяются индексом изоляции воздушного шума ограждающей конструкции и определяются с помощью графиков или таблиц, приведенных в «Строительных нормах и правилах».

Звукоизоляционные свойства изделий и конструкций зависят от их

конструкции, размеров, массы, жесткости, внутреннего сопротивления материала, способа опоры на фундамент и других факторов.

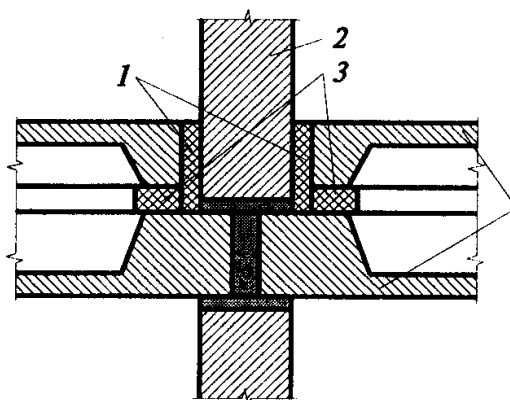
Звукоизоляция может быть акустически однородной или неоднородной по структуре предметов и конструкций. К однородным звукоизоляционным конструкциям относятся конструкции с определенным колебательным движением. Многослойные звукоизоляционные конструкции, в том числе воздушные, изготавливаются из разных материалов, поэтому многослойные и звукоизоляционные свойства уникальны.

Связь между звукоизолирующими свойствами акустических однородных объектов и их массой изменяется по десятичному логарифму, то есть сначала со скоростью, а затем медленно. Это означает, что для повышения звукоизоляционных свойств однородных объектов необходимо увеличивать их массу. Желательно использовать многослойные конструкции для повышения звукоизоляционных свойств без увеличения массы изделия.

Многослойные изделия с воздушной прослойкой между ними являются эффективными звукоизоляционными материалами. В этом случае важен очень маленький модуль динамической упругости воздуха (0,14 МПа) по сравнению с твердыми материалами. Например, модуль упругости бетона составляет 5000-30000 МПа.

Конструкция пространства между стенами квартиры и раздвижными плитами перекрытия акустически однородна (рисунок 6.2).

При установке акустически неоднородных конструкций между ними желательно оставлять воздушный зазор или использовать звукоизоляционные уплотнители. В этом случае конструкции нельзя соединять между собой. Наличие воздушной прослойки между конструкциями толщиной 1 см эквивалентно звукоизоляционным свойствам бетона толщиной 10 см. Звукоизолирующие прокладочные материалы всегда работают под нагрузкой.



1-внутренняя несущая стеновая панель; 2-х этажная панель; 3-х  
полосные или зерновые прокладки.

**Рисунок 6.2. Схема использования звукоизоляционных уплотнительных материалов и материалов на стыке межкомнатных стен и плит перекрытия.**

Прокладки полосового типа несут большую нагрузку, чем сплошные прокладки. Поскольку звукоизоляционные уплотнения работают при постоянной нагрузке, они могут со временем деформироваться, и изоляционные свойства могут ухудшиться.

Звукоизоляционные материалы и материалы характеризуются вязкоупругими свойствами, и их динамический модуль упругости ( $E_d$ ) не должен превышать 15 МПа.

Звукоизоляционные прокладки из пористого волокна - мягкие минеральные и стеклопластиковые, полуфабрикаты и первичные изделия, индекс  $E_d$  до 0,5 МПа, допустимое падение давления - 0,002 МПа. Средняя плотность пористых звукоизоляционных материалов составляет 75-175 кг/м<sup>3</sup>.

Желательно использовать пенопластовые звукоизоляционные материалы и материалы на основе поролона и резины. Их индекс  $E_d$  составляет 1-5 МПа.

Деформация звукоизоляционных изделий равна сумме упругости воздуха внутри материала и упругости каркаса материала. Они деформируются следующим образом: мягкие материалы (М) имеют

относительное сжатие на 15% выше, полувысокие (PJ) материалы имеют относительное сжатие 5-10%, первичные (J) -5% и твердые (T). 0.

Прочность звукоизоляционных материалов зависит от толщины шва и динамического модуля упругости материала.

Основные свойства некоторых звукоизоляционных материалов приведены в таблице 6.2: средняя плотность, модуль динамической упругости, относительное сжатие под действием кратковременных и длительных ударных нагрузок.

Таблица 6.2

### Основные свойства звукоизоляционных материалов

Название материала и материала	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Относительная деформация при сжатии, под сжимающей нагрузкой			Динамический модуль упругости под нагрузкой	
		2·10 <sup>3</sup> Н/м <sup>2</sup> (При тестировании в течение 15 мин.)	2·10 <sup>4</sup> Н/м <sup>2</sup> (при длительной проверке) не более	1·10 <sup>4</sup> Н/м <sup>2</sup> (при длительной проверке) не более	2·10 <sup>3</sup> Н/м <sup>2</sup>	1·10 <sup>4</sup> Н/м <sup>2</sup>
Простыни и маты из минерального хлопка на основе синтетических связующих.	80 100 150	0,1 0,2 0,06	0,4 0,50-0,52 0,45	0,55 0,65-0,7 0,6	4·10 <sup>5</sup> (3,6-4,5)·10 <sup>5</sup>	5,6·10 <sup>5</sup> 7·10 <sup>5</sup> 8·10 <sup>5</sup>
ДВП	250	0,02	0,06	0,15	1·10 <sup>6</sup>	1,2·10 <sup>6</sup>
Кварцевый песок	1500	0,0	0,03	-	12·10 <sup>6</sup>	-
Клайдит, шлак	300-600	0,0	0,03	-	(5,6-9)·10 <sup>6</sup>	-

В настоящее время цементно-цементные плиты используются в качестве звукоизоляции в промышленных зданиях, помещаются внутрь стального каркаса или металлических профилей (толщиной 10 мм).

Хаотичное размещение эластичных волокон в каркасе материала позволяет улучшить звукоизоляционные свойства изделий.

Когда материалы имеют одинаковую пористость и структуру пористости,

они акустически эквивалентны, независимо от их физических и механических свойств.

Звукоизоляционная лента и ленточные прокладки выпускаются в виде листов длиной 1000-3000 мм, шириной 100, 150, 200 мм и сторонами зернистых прокладок 100, 150, 200 мм.

Звукоизоляционные изделия из волокнистых материалов заворачивают в водонепроницаемую бумагу, пленку, фольгу и другие материалы.

Полуфабрикаты и маты из минеральной ваты и стекловолокна на основе синтетических полимеров, плиты из стекловолокна, древесноволокнистые плиты, пенопласт из полиуретана, поливинилхлорида и других полимеров, пористые каучуки являются эффективной звукоизоляцией.

**Вибропоглощающие материалы.** Вибропоглощающие материалы, используемые в сантехническом и инженерном оборудовании, - это листовые пластмассы, фольга, каучуки и мастики различного состава. Обычно материалы, поглощающие волны вибрации, покрываются тонкими металлическими поверхностями.

Для акустической эффективности в зданиях и сооружениях целесообразно использовать в рациональной системе звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы.

Эффективный метод - обладание полифункциональными свойствами определенного типа строительного материала и конструкции с теплоизоляцией и звукопоглощением (изоляцией).

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите асбестоцемент и асбестосодержащие материалы.
2. Что такое акустические материалы?
3. Расскажите о звукопоглощающих и изоляционных материалах.

### **Дополнительная литература**

1. Бисенов К.А., Касимов И.У., Тулаганов А.А., Удербает С.С. Легкие

- бетоны на основе безобжиговых цементов. Алматы: «Ғылым», 2005-412 с.
2. Теплоизоляционные строительные материалы: состояние и развитие. Доклады Межвузовской научно-технической конференции с участием зарубежных учёных. Ташкент-Самарканд. 2007. Сборник трудов. Т.: 2008. 212 с.
  3. Самиғов Н.А. Бино ва иншоотларни таъмирлаш материалшунослиги. 3-қисм. Тошкент. ТАҚИ. 2008. 127 б.
  4. Тулаганов А.А., Камиллов Х.Х. Касимова С.С. и др. Энерго- и ресурсосберегающая технология теплоизоляционных материалов. ООО «Строительные материалы – наука и технология». Ташкент. 197 с.
  5. Материалы международной научно-практической конференции «Пенобетон-2007». Санкт-Петербург. 2007. 194 с.

## ГЛАВА VII

### НЕДОСТАТОЧНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 7.1. Главная Информация

Классическая технология изготовления пенобетона - это смешивание сборного пенобетона со смесью извести. Его смешивают с водой до образования пенистого концентрата и пены. Готовый раствор перемешивают до получения вспененного продукта для пенобетона.



**Рисунок 7.1. Пеноблоки.**

Классическая технология изготовления пенобетона - это смешивание сборного пенобетона со смесью извести. Приготовлено по количеству воды для образования пенообразователя и пены. Готовый раствор перемешивают до получения пенообразователя для пенобетона. Пенообразователь подается



в пеногенератор для образования пены. Бетономешалка загружается водой, цементом и песком.

Весовая и известковая смесь готовится. Затем пена переливается из пеногенератора в бетономешалку и перемешивается 3 раза по 5 минут. Кроме того, приготовленный в бетономешалке пенобетон транспортируется к станине, формам или формам с помощью гибкого шланга.

Ингредиенты, необходимые для приготовления пенобетонной смеси.

Портландцемент, рекомендованная марка 400 и выше.

### **Крупные наполнители.**

Щебень и гравий в качестве тяжелых заполнителей не требуются. Можно добавить легкий заполнитель (например, керамзит), благодаря чему прочность газобетона той же плотности можно увеличить на 100-200%.

Мелкие наполнители.

Как правило, песок не используется для приготовления бетона в пределах 400-600 кг/м<sup>3</sup> (для утепления кровли и пола). Начиная с 600 кг / м<sup>3</sup> пенобетон, в качестве мелкого заполнителя используется натуральный или дробленый песок. Предпочтительнее использовать речной песок. Он должен быть чистым, без добавок. Для установки используется мелкозернистый песок 0,0,2 мм. Добавка глины не должна превышать 2-3%.

### **Воды.**

При производстве пенобетона рекомендуется использовать питьевую воду без каких-либо испытаний. Содержание воды в газобетоне - это расчетное количество, необходимое для смешивания воды в растворе и пены. Перед добавлением пены водоцементное соотношение смеси должно быть не менее 0,38%. Слишком низкое водоцементное соотношение может привести к получению продукта с плотностью выше указанной. Это связано с тем, что бетон поглощает воду из пены, которая необходима для химических и физических взаимодействий, что приводит к частичному разрушению пены, т.е. уменьшение его объема в пенобетонной смеси. Оптимальные соотношения варьируются от 0,4 до 0,45. Температура воды не должна

превышать + 25°C.

### **Пенообразователь.**

Пенопротеиновый концентрат рекомендуется для производства пенобетона, так как он является наиболее оптимальным по соотношению цена/качество. В предлагаемых документах описаны способы приготовления пяти основных пенообразующих веществ (концентратов). Например, если мы посмотрим на один из них - концентраты поролона:

Коэффициент пористости  $K = 500$  (из 1 кг пеноконцентрата - 500 литров пены);

поры пенопласта однородные, очень мелкие, с закрытой структурой (диаметр пористости  $\approx 0,1 - 0,4$  мм);

средняя плотность пены - 90 г / л; стабильность пены в бетонной смеси (водоотделение 50%) - не менее 10-14 часов.

Для изготовления концентрата поролона используются следующие материалы:

Канифоль сосновая ГОСТ-1911-84  $\approx 150$  г;

Костный адгезив ГОСТ-2067  $\approx 100$  г;

Сода каустическая ГОСТ-4328-77  $\approx 20$  г.

Пеноконцентрат следует хранить в герметично закрытых деревянных или пластиковых бочках, защищенных от попадания прямых солнечных лучей, при температуре не выше + 30°C. Пеноконцентрат выдерживает температуру до 5°C. Срок годности 15-30 дней с момента приготовления.

### **7.2. Приготовление пенобетонной смеси.**

Рекомендуется следующая последовательность приготовления смеси: сначала насыпается песок (для связывания воды предыдущей смеси), затем добавляется цемент и все перемешивается до получения одинаковой окраски смеси. Очень важно оптимальное распределение цемента в песке. Затем смесь смешивают с количеством воды, соответствующим выбранному

рецепту. Перемешивание продолжают до получения однородной пластичной массы.

Особое внимание стоит уделить качеству смешивания компонентов! Только равномерное распределение цемента в песке обеспечивает оптимальное качество пенобетона.

Затем с помощью пеногенератора определенная порция пены (по необходимой плотности пенобетона) направляется по шлангу в смеситель, где смешивается с заранее приготовленной цементно-песчаной смесью около 120- 180 секунд. Контролируя заданную плотность, можно легко получить необходимую прочность пенобетона на сжатие.



**Рисунок 7.2. Технология производства пенобетона.**

### **Упрочнение и уход за пенобетоном.**

Газобетон, как и любой другой вяжущий цемент, должен выдерживать температурно-влажностный режим. Это, с одной стороны, способствует гидратации цемента, поддержанию процесса упрочнения, с другой стороны, снижает экзотермическую температуру, предотвращает образование трещин

в бетоне.

Для этого рекомендуется после укладки смеси накрыть бетонную поверхность полиэтиленовой пленкой.

В нормальных условиях ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ ) при естественном твердении пенобетон достигает 55-70% прочности через 7 суток. Выходная мощность химических элементов составляет 70-80% от проектного уровня. Монтаж можно начинать через 2-3 недели на воздухе со дня изготовления элементов.

### **7.3. Способы производства пенобетона.**

Анализ способов приготовления пенобетонных смесей для производства изделий и монолитной теплоизоляции. Современные тенденции жилищного и общественного строительства в Украине характеризуются увеличением доли малоэтажных и многоэтажных особняков. Эта тенденция связана не только с сокращением затрат энергии и материалов, но и с повышением требований к архитектурной выразительности и комфорту строящегося дома. Этот вид строительства предполагает использование в несущих элементах зданий прочных строительных материалов и самоусиливающихся мелкостенных конструкционных, теплоизоляционных и теплоизоляционных изделий. В этом случае небольшие стеновые блоки из газобетона предпочтительнее аналогичных материалов. В связи с этим увеличились объемы производства газобетонных изделий, в том числе газобетонных изделий, производимых с использованием новых технологических приемов, данные решения позволили шире использовать этот эффективный материал в современном строительстве.

При положительной тенденции в развитии технологии пенобетона, расширении сферы его применения иногда не отмечаются его недостатки. Технология пенобетона представлена как простой способ производства изделий из пенобетона, требующий низких энергозатрат, трудозатрат и удельной металлоемкости. Неравные технологические сравнения сделаны для ячеистого бетона. Таким образом, при сравнении пенобетона с

газосиликатом учитывается только стоимость энергии производства, но не учитывается стоимость производства самого цемента как наиболее энергоемкого материала в пенобетоне. Считаю, что технология пенобетона имеет ряд технологических преимуществ и ряд недостатков. Основные технологические преимущества: возможность транспортировки пенобетонной смеси, формирование ячеистой структуры бетона при приготовлении смеси и при нормальных температурах. Недостатком является относительно большой расход вяжущего, что связано с негативным влиянием пенообразователя на гидратацию вяжущего, что также снижает прочностные свойства пенобетонных изделий.

Введение большого количества пенообразователя из-за низкой плотности смеси и высокого отношения В/Ц приводит к замедлению скорости затвердевания и снижению прочности пенобетонных изделий.

Каждый из рассмотренных методов имеет свои технологические преимущества и недостатки. Их можно целенаправленно использовать для контроля свойств пенобетонных смесей и пенобетона. Также есть отличия в перечне оборудования, используемого для возведения монолитных изделий или стоимости организации производства пенобетона.

Таким образом, в технологический комплект оборудования входят пеногенераторы для приготовления пены с первыми двумя способами приготовления пенобетонной смеси. Традиционно пеногенератор должен производить пену средней степени расширения (10-40) в пористом растворе с высоким коэффициентом использования (более 0,8). Эти свойства пены зависят не только от типа используемого пенообразователя, но и от конструкции пенообразователя.

При использовании традиционного метода приготовления пенобетонной смеси ряд технологических параметров влияет на физико-технические свойства пенобетона. По плотности пенобетона:

- объем вводимой пены и коэффициент ее использования в пористом растворе, который зависит не только от свойств пены, но и от

вязкопластических свойств пористого раствора;

- количество закачанной воды;
- коэффициент просадки пенобетонной смеси.

На прочность пенобетона влияют:

- марка и расход связующего;
- количество кремнеземного компонента и его дисперсность;
- количество воды, ее расход зависит от размеров капилляров и подвижности пористого раствора;
- концентрация пенообразующего вещества в растворе твердеющего связующего;
- тип и количество добавляемого вложения.

Пена малопенная (примерно 4-6) применяется при приготовлении пенобетонной смеси методом сухой минерализации, которую можно приготовить как в отдельном пеногенераторе, так и в быстродействующем миксере. Пена стабилизируется путем непрерывного перемешивания пенобетонной смеси путем добавления предварительно перемешанных сухих компонентов смеси. Быстрая адсорбция воды сухими компонентами приводит к снижению подвижности пенобетонной смеси и ее стабилизации. Этот метод позволяет получать более плотные куски в пенобетоне за счет снижения соотношения В/Ц и более плотного размещения частиц связующего и кремнеземного компонента.

Основными технологическими параметрами, определяющими свойства пенобетонной смеси, а затем и пенобетона, являются пенобетон и соотношение В/Ц смеси. На плотность пенобетона больше влияет скорость расширения, чем изменение соотношения В/Ц. Уменьшение заданного значения приводит к увеличению прочности пенобетона, но при превышении этого технологического параметра подвижность пенобетонной смеси теряется.

При использовании этого метода необходимо и очень важно быть последовательным в работе оборудования для подачи сухих компонентов,

чтобы они равномерно распределялись в пористой смеси без разрушения. Величина коэффициента текучести пенобетонной смеси характеризует последовательность технологического процесса. Величина этого показателя и соотношение  $S / S$  смеси определяет ее технологические свойства, которые связаны с физико-техническими свойствами пенобетонных изделий или монолитной теплоизоляции. Метод сухой минерализации смеси при соответствующей аппаратной конструкции позволяет получить пенобетон с высоким значением коэффициента качества конструкции. Реализовать данный способ приготовления пенобетонной смеси в производственных условиях со всеми его технологическими преимуществами технологически сложно, так как сложно оборудовать.

Для приготовления пенобетонной смеси методом аэрации нет необходимости использовать пеногенератор. Однако, поскольку все процессы пористости объединены в одном агрегате (высокоскоростном смесителе), к нему предъявляется ряд особых технических и технологических требований. Приемы включают: объем смесителя и соотношение его основных размеров, скорость вращения вала, динамику смеси при перемешивании.

На плотность пенобетонной смеси в основном влияет следующее.

- объем воды в смеси зависит от подвижности пористой смеси и образования капиллярных отверстий;
- вид и количество пены.

В этом случае особое значение имеет интенсивность перемешивания, которая должна меняться в зависимости от последовательности загрузки компонентов в смеситель, продолжительности аэрации смеси и уменьшения плотности смеси. При прочих равных на прочность пенобетона влияют:

- плотность пенобетона;
- расход и тип цемента;
- соотношение цементного и кремниевого компонентов, их дисперсность;

- соотношение В/Ц смеси;
- тип и концентрация программного обеспечения;
- тип и количество добавленных вложений.

Положительной особенностью метода аэрации является то, что происходит частичная активация смеси для получения мелкопористой ячеистой структуры пенобетона, которая взаимосвязана с прочностью и коэффициентом пористости пенобетона.

Существуют различия в технологических возможностях использования добавок во всех рассмотренных способах приготовления пенобетонных смесей. Таким образом, при отдельном способе приготовления пенобетонной смеси наиболее эффективно использовать добавки, вводимые при приготовлении растворной части смеси. Это позволяет изменять технологические свойства раствора до и после добавления пены. Возможность добавления добавок в раствор методом сухой минерализации, практическое влияние на технологические свойства минимально. Здесь добавки добавляются непосредственно в раствор, что иногда снижает влияние их технологического воздействия.

Поэтому следует соблюдать принцип совместимости добавок и ПО, чтобы исключить снижение пенообразующей способности такого раствора и последующее воздействие ПО на связующее. В этом случае влияние начальной адсорбции ПАВ на вяжущем незначительно, что сказывается на свойствах пенобетонной смеси и последующей прочности пенобетона. Это касается и метода аэрации.

Таким образом, каждый способ приготовления пенобетонной смеси имеет определенные технические и технологические характеристики. Анализ их промышленного использования при производстве неавтоклавных изделий из пенобетона и монолитных теплоизоляционных устройств на строительных площадках на некоторых предприятиях России и Украины выявил ряд повторяющихся технологических ошибок, влияющих на качество готовой смеси. При традиционном способе приготовления пенобетонных смесей



комплексные добавки, снижающие соотношение В/Ц пенобетонной смеси и повышающие скорость твердения пенобетона, практически не используются.

Для увеличения коэффициента использования пены в растворе используются высокие значения соотношения В/Ц смеси, что приводит к увеличению капиллярной пористости межпористых участков бетона и уменьшению пенобетона. продукты. снижение мощности. В большинстве случаев в этом методе используются пены с низким значением коэффициента сопротивления в пористом растворе, что приводит к увеличению его расхода, разрушению и, соответственно, снижению показателя конструкционной прочности пенобетонной смеси. . Поэтому осаждение пористой смеси происходит на ранних стадиях твердения пенобетонных изделий.

На некоторых заводах доставка пенобетонной смеси к месту залежи сопровождается многократными перегрузками, которые приводят к густоте и расслоению пенобетонной смеси, при этом высота падения смеси превышает 0,5 м. Пенобетонная смесь с высоким значением В/Ц (0,6-0,7) используется для подачи необходимой жидкости по шлангам, что, в свою очередь, влияет на свойства монолитного пенобетона.

### **В комплекте 5 комплектов оборудования для пенобетона.**



Установка 1-го этажа 260 л, 1,5 м<sup>3</sup> / ч, 2-й компрессор, 3-й пенный инструмент, формы 4-600x300x2xx мм.

Рисунок 7.3. Технология производства пенобетона.

У использования сухой минерализации есть несколько недостатков. Используемые аэродинамические пеногенераторы не обеспечивают стабильности свойств пенобетона, что приводит к изменению плотности производимых пенобетонных изделий. Загрузка сухих компонентов в смеситель производится без предварительного смешивания цементного и кремнеземного компонентов. Неравномерная подача этих компонентов приводит к частичному разрушению пены, которое компенсируется добавлением дополнительных объемов пены. Равномерность приготовленной пенобетонной смеси не контролируется и не обеспечивается из-за неудовлетворительной работы самого смесителя. На вентилятор подается высокое давление для транспортировки смеси по шлангам, что устраняет пузырьки воздуха (до 30%) при разгрузке.

Технология пенобетона требует строгого соблюдения технологических правил производства, многофакторного учета влияния технологических параметров на свойства смеси и пенобетона. Только при таком подходе можно получить качественный материал. Эта технология требует иного организационного и технологического подхода, так как работа «с глазу на глаз», неправильное дозирование сырья, позволяет производить продукцию некачественного качества, выпускаемую отдельными предприятиями, что является вполне обоснованными претензиями строителей. Подобная компоновка производства неавтоклавных пенобетонных изделий или монолитных устройств теплоизоляции под строительство может только дискредитировать идею расширения использования данной технологии в современной технике.

#### **7.4. Технология производства пенополистиролбетонных блоков.**

Пенобетон - это газобетон, полученный путем отверждения раствора цемента, песка, воды и вспенивающегося материала, который имеет пористую структуру за счет закрытых отверстий (пузырей) по всему его

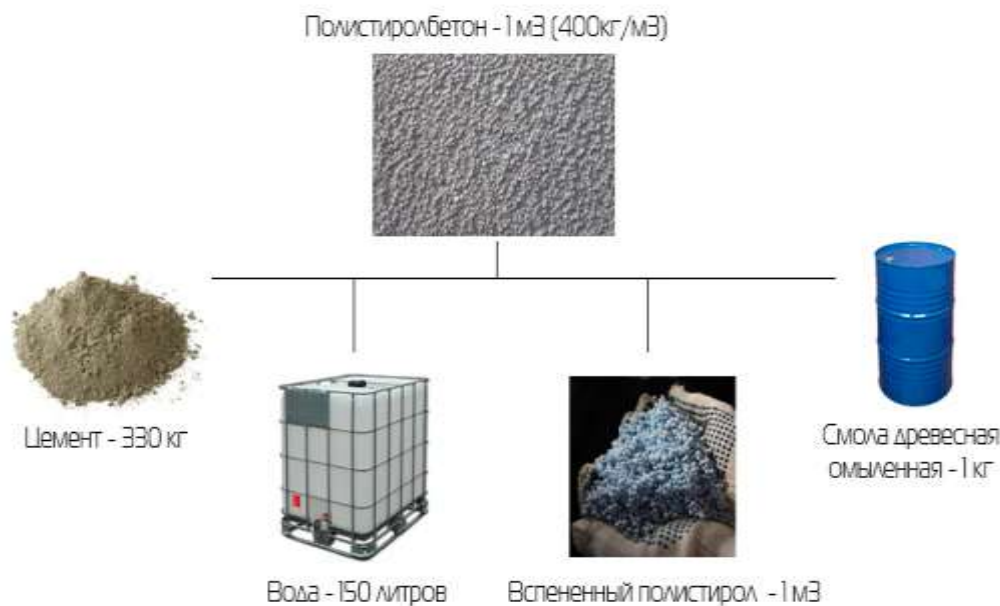
объему.

В таком бетоне часть отверстий формируется с помощью пенных добавок. Прочность пенобетона зависит от веса, вида и свойств сырья, а также от термовлагообработки (ТВО) и влажности бетона. Полистиролбетон изготавливается на основе цементного вяжущего. Поэтому он продолжает оставаться сильным еще долгое время. Исследование неавтоклавированных конструкций из полистирола после использования показало, что они не только пригодны для дальнейшей обработки, но и увеличили свою прочность в 3-4 раза по сравнению с маркой. Добавление комплексных добавок увеличивает прочность бетона, снижает водопотребность и усадку при сушке, увеличивает водо- и хладостойкость, снижает водный баланс и теплопроводность.

Полистиролбетон - это разновидность легкого бетона - портландцемент, пористый заполнитель - композиционный материал, содержащий гранулы пенополистирола, примеси воды и воздуха.

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Вода, л	Цемент, кг	Пенополистирольная крошка	Песок
200	100	200	0,84	0
250	120	250	0,84	0
300	150	300	0,84	0





**Рисунок 7.4. Технология производства полистиролбетона.**

Легкий бетон из пенополистирола называется полистиролбетоном, который представляет собой легкий бетон с минеральным вяжущим, отверстия в котором образованы частицами вспененного пенополистирола, используемого в качестве заполнителя. Низкая плотность вспененных пластиковых частиц позволяет производить легкий бетон с насыпной плотностью, которую можно выбрать в соответствии с требованиями конкретного применения, и, соответственно, бетон имеет широкий диапазон свойств.

Легкий пенополистирол (пенополистиролбетон) с заполнителем из пенополистирола, теплоизоляционный гипс на основе пенополистиролбетона известен давно. Хотя полистиролбетон известен на нашем рынке не менее 25 лет, а на западном рынке более 40 лет, до сих пор предположения об использовании полистиролбетона были оправданы только в некоторых областях. В то же время наблюдается рост интереса к полистиролбетону в промышленности строительных материалов, что свидетельствует о некоторых изменениях в этом отношении, в основном по следующим причинам:

полистиролбетон стал серьезной альтернативой пенобетону и

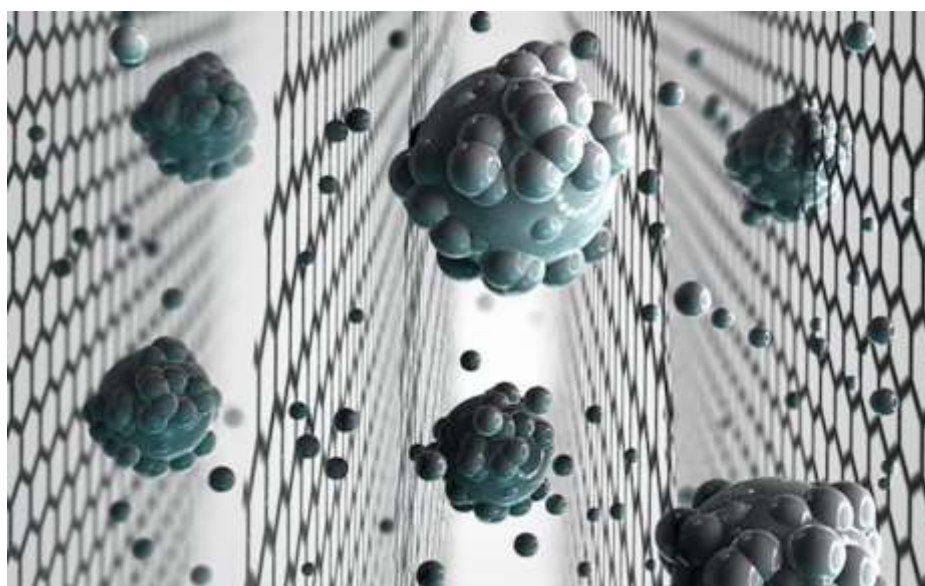
пенобетону благодаря широкому спектру применения, простоте изготовления и улучшенным свойствам материалов.

Требования к теплоизоляции зданий ужесточаются, в результате чего необходимо функционально разделить строительные материалы на теплоизоляционные и несущие нагрузки, и эти материалы должны соответствующим образом сочетаться в элементах здания. В связи с этим использование легкого заполнителя из пенополистирола (полистиролбетона) предлагает интересные решения.

В статье рассматривается современное состояние технологии производства полистиролбетона с акцентом на использование вторичного полистирола, а также новых производимых систем полистиролбетона.

### **Описание полистиролбетона.**

Легкий бетон с заполнителем из пенополистирола - это очень легкий бетон, обычно сделанный из пористых заполнителей, с низкой прочностью зерна. Решающим фактором в прочностных характеристиках является структура затвердевшего цементного теста, которая окружает частицы пенопласта и влияет на вес бетона. Кроме того, важны форма и размер зерен, а также структура поверхности используемых наполнителей из пенополистирола. В отличие от минеральных наполнителей, дозировка наполнителей из пенополистирола определяется по объему, а не по весу.



### **Рисунок 7.5. Микроструктура полистиролбетона.**

Таким образом, можно точно определить размер отверстий и, следовательно, плотность полистиролбетона и получить полистиролбетон с закрытой структурой ячеек. Выбирая объемную плотность бетона, можно повлиять на свойства полистиролбетона, чтобы он лучше отвечал конкретным требованиям. Учитывая сегодняшние требования, полистиролбетон представляет интерес, так как его основная плотность находится в нижнем диапазоне ( $<600$  кг / м<sup>3</sup>). В этом случае сочетание «изоляционного материала» и «бетона» в одном материале предлагает строителям оптимальное сочетание несущих свойств, звукоизоляции, теплоизоляции и противопожарной защиты. Поскольку ценность этого сырья изначально не позволяла экономично использовать его в качестве легкого заполнителя, новые исследования начались в конце 1967 года, и их интенсивность постепенно увеличивалась.

В отличие от минеральных заполнителей, пенобетона, газобетона и легкого бетона, из полистиролбетона можно производить легкий бетон с насыпной плотностью менее 200 кг / м<sup>3</sup> и, соответственно, с хорошими теплоизоляционными свойствами. Как следствие, он ориентирован на производство полистиролбетона в нижнем диапазоне масс, в частности, на улучшение свойств пенополистиролбетона, технологии производства и разработки строительных систем с использованием полистиролбетона. Пенополистирол насыпной плотностью 10-25 кг / м<sup>3</sup> используется как наполнитель для полистиролбетона, не влияющий на конечную прочность легкого бетона. Размер зерен пенополистирола находится в пределах 0,5-3,5 мм, что позволяет получить мелкоперфорированный бетонный каркас и использует сырье с размером частиц от 0,2 до 1,0 мм. Легкий пенополистирольный наполнитель обладает следующими свойствами:

Очень низкая массовая плотность обеспечивает хорошую теплоизоляцию частиц пены, что приводит к сферической форме с почти полным отсутствием водопоглощения, что является преимуществом с точки

зрения статических нагрузок. Однако в очень низких диапазонах плотности гидрофобные свойства легких заполнителей пенополистирола с закрытыми ячейками могут быть вредными, поскольку низкая прочность связи между цементным тестом и поверхностью частиц может привести к расслоению во время приготовления полистиролбетона. В первые годы его применения этому эффекту нейтрализовали добавлением усилителей адгезии. Ряд производителей идут по этому пути, в основном пытаясь увеличить продажи добавок, так как западные производители и некоторые местные производители разрешают заливку бетона с помощью частиц или специальных приспособлений с большой перфорированной поверхностью из пенополистирола.

Отходы пенополистирола как легкий заполнитель. В Германии ежегодно используется около 40 000 тонн сырья для производства упаковочных материалов для производства пенополистирола, из которого получается до 2 млн м<sup>3</sup> пенополистирола. Эти упаковочные материалы содержат 98% воздуха и могут быть переработаны для любых целей. В нашей стране тоже достаточно мусора, и по мере развития промышленности и роста производства возникнет проблема вторичного использования. В связи с этим были разработаны системы переработки пенополистирола, которые позволяют полностью уничтожать упакованные упаковочные материалы промышленных, коммерческих и частных потребителей.

Пенополистирольная упаковка подходит для использования при производстве мелкозернистых «измельченных материалов» из отходов: в качестве пористого агента при производстве блоков, панелей и в качестве легкого заполнителя для производства легкого бетона (полистиролбетона). Чтобы использовать измельченный пенополистирол в качестве легкого заполнителя, необходимо соблюдать определенные требования, чтобы предотвратить ухудшение качества бетона. Что касается размера и формы зерен, различия между «измельченным материалом» и свежесвепеченными частицами пены должны быть как можно меньше:

## **Технология производства полистиролбетона.**

Полистиролбетон обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, и особые выводы сделаны по технологии производства легкого полистиролбетона от 200 до 600 кг / м<sup>3</sup> (насыпная плотность в сухом состоянии).

В отличие от легкого бетона с заполнителем из пенополистирола с плотностью более 600 кг / м<sup>3</sup>, в этом случае необходимо учитывать некоторые специфические свойства, которые существенно влияют на однородность, производительность и доставку полистирола. бетон также имеет тенденцию к растрескиванию, усадке и расслоению.

Решающим фактором в свойствах нового полистиролбетона является то, что большая часть его объема состоит из частиц пенополистирола. В диапазоне объемной плотности менее 600 кг / м<sup>3</sup> количества цементного раствора недостаточно для полного заполнения «пазух» легкого заполнителя. При отсутствии соответствующих добавок полистиролбетон в этом диапазоне удельной массы может быть уложен и уплотнен с большими трудностями, обычно из-за несовместимости.

Добавление большого количества воды приводит к снижению прочности на сжатие и увеличению склонности к растрескиванию при усадке и расслоении. Были проведены испытания с различными добавками, чтобы выяснить, как улучшить характеристики и уплотнение полистиролбетона. В результате к самым большим преимуществам относятся воздухопроницаемые компоненты, а также добавки, которые содержат компоненты для стабилизации и разбавления полистиролбетонных смесей. За счет образования очень маленьких сферических пузырьков воздуха (до 0,3 мм в диаметре) объем цементного раствора увеличивается, а разница в плотности между цементным раствором и легким наполнителем из полистиролбетона уменьшается. Смесь пластичная, имеет липкую консистенцию. Это предотвращает всплытие пенопласта даже при сильном вибрационном сжатии, а характеристики нового полистиролбетона



значительно улучшаются.



**Рисунок 7.6. Завод по производству пенополистиролбетонных блоков.**

### **Пенополистиролбетон.**

Пенополистирол используется как компонент при производстве пенополистиролбетона. Этот композитный материал состоит из гранул пенополистирола и портландцемента и представляет собой разновидность легкого бетона. Сегодня использование пенополистиролбетона в строительстве очень распространено.

Пенополистирол - это мелкие гранулы размером не более пятнадцати миллиметров. Пенополистирол (пенополистирол) принципиально не отличается от многих других материалов, используемых в строительстве в качестве строительного материала. Полистирол нагревают до определенной температуры и добавляют вспениватель. Иногда в строительстве сами гранулы используют для теплоизоляции, засыпая их в нужных местах. Однако пенополистирол часто используется при производстве теплоизоляционных изделий, таких как блоки, плиты и т. Д.



Рисунок 7.7. Здание построено на основе полистиролбетона.

## ПОЛИСТИРОЛБЕТОН

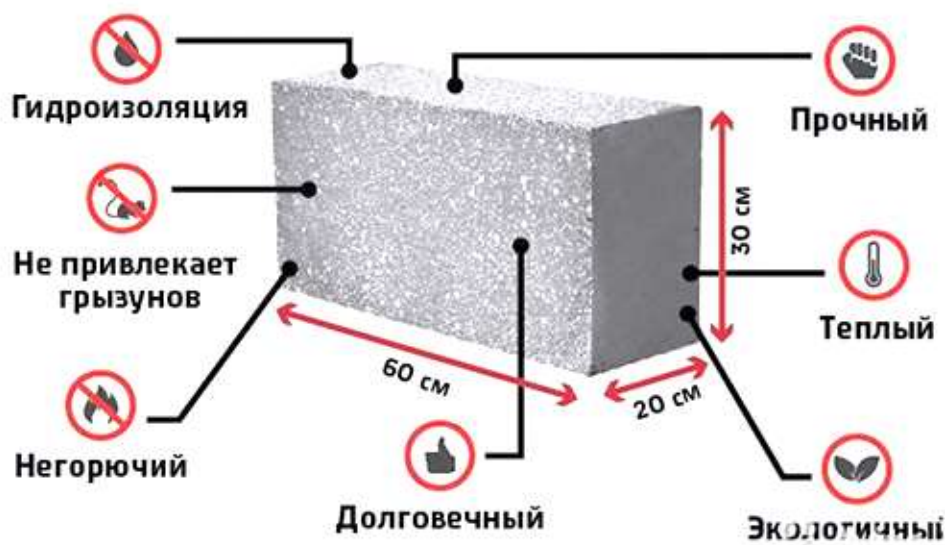


Рисунок 7.8. Свойства полистиролбетона.

**80 м<sup>3</sup> в смену**



**Рисунок 7.9. Линия по производству полистиролбетона 80 м<sup>3</sup> за 1 смену**

### **Контрольные вопросы**

1. Приготовление пенобетонной смеси
2. Способы производства пенобетона
3. Технология производства пенополистиролбетонных блоков.

### **Дополнительная литература**

Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.

4. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.

5. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.

6. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА VIII

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

*Ключевые слова:* энергосбережение, кирпич, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипсокартон, пенополиэтилен.

#### 8.1. Общие сведения

Полимерные теплоизоляционные материалы наиболее эффективны. К ним относятся материалы на основе органических (синтетических): пенопласты (пенополистирол, пенополиуретан, фенолформальдегид и др.), Медопласты, материалы на основе синтетических волокон.

#### 8.2. Технология получения полимерных теплоизоляционных материалов.

В настоящее время в основе теплоизоляционных материалов лежат термопластичные (поливинилхлорид, полиуретан, полистирол, полиметилметакрилат) и термореактивные (карбамидоформальдегид, фенолформальдегид и др.) Газовые или пенообразующие компоненты, пигменты, отвердители, пластификаторы и модификаторы. .

Энергоэффективные полимерные материалы. Энергосберегающие мероприятия в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) позволят сэкономить до 70% энергопотребления. Эти меры включают устройство фасадов, дверных и оконных проемов, полов, балконов и труб с теплоизоляционными покрытиями из материалов на основе полимеров.

Например, кирпичная стена толщиной в один метр и слой пенополистирола толщиной 20 см одинаково энергоэффективны. Срок службы труб на основе поливинилхлорида и других изделий составляет 50 лет, а металлических труб - 15 лет.

Ячеистые пластики. По конструкции теплоизоляционные материалы делятся на пенопласты и пенопласты (газопласты). Пенопласт состоит из закрытых пор и тонких стенок, которые не соединены между собой из-за включения пены в пластик. Пенопласт, с другой стороны, характеризуется порами, которые соединяются друг с другом за счет выделения газа из пластика. Образование пены и газа в пластмассах может привести к смешанным конструкционным продуктам.

Пористость ячеистых пластиков составляет 90-98%. Поэтому их средняя плотность очень мала, с теплопроводностью около  $0,026-0,058 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{0См})$ .

Пластмассы с одноячеечными и полуюднородными ячейками достаточно прочные, эластичные и гибкие. Они устойчивы к воде, слабым химическим средам и биологическим условиям.

Недостатками являются ограниченная термостойкость ячеистых пластиков ( $100-1500\text{С}$ ), горючесть многих видов и ухудшение их свойств под воздействием длительной температуры (термическое разрушение). Повышение температуры использования ячеистых пластиков - одна из самых актуальных проблем. Пенопласт толщиной 5-6 см имеет те же теплоизоляционные свойства, что и минеральная вата или ячеистый бетон толщиной 14-16 см. Масса  $1 \text{ м}^2$  трехслойных панелей на основе ячеистых пластиков снижается на 20-50 кг.

Пену и пену легко резать, обрезать и приклеивать к бетонным, асбоцементным, металлическим, деревянным и бумажным поверхностям.

Ячеистые пластмассы используются для теплоизоляции плит, оболочек, полуцилиндрических стен, кровли, труб, промышленного оборудования и других конструкций.

Пенополиуретаны образуются в результате химических реакций смеси полиэфирных полимеров, диизотианата, катализатора, эмульгатора и воды. Полиуретан сделан из натурального и эластичного материала. Средняя плотность полиуретана составляет  $50-60 \text{ кг} / \text{м}^3$ , теплопроводность  $0,02-0,04 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{0С})$ , термостойкость от  $-500\text{С}$  до  $1100\text{С}$ , водопроницаемость 2-5% по

массе.

Полиуретан «Бикр» имеет низкую среднюю плотность и высокую прочность, является высокоэффективным теплоизоляционным материалом, устойчивым к воде и агрессивным средам, очень прочно сцепляющимся с металлическими поверхностями.

Полиуретан Бикр применяется при изготовлении трехслойных панелей, сегментов, оболочек в виде плит, для формирования монолитных теплоизоляционных покрытий, размножающихся и твердеющих в холодных условиях для магистральных трубопроводов. При изготовлении монолитных покрытий не требуется гидроизоляция поверхностей, поскольку масса пенополиуретана с большой силой ударяется о внешнюю форму металлической трубы, образуя очень плотный слой.

На основе пенополиуретана производятся панели любых размеров, покрытые с двух сторон листами из нержавеющей стали (алюминиевая фольга и др.) И используемые для теплоизоляции крыш и стен промышленных зданий.

Поскольку пенополиуретан устойчив к биологическим средам, его можно использовать в местах, подверженных воздействию грибков и микроорганизмов.

Для заделки швов используются эластичные пенополиуретановые панели. При использовании в строительстве следует учитывать горючесть полиуретана.

Пенополистирол получают путем добавления пористых компонентов в полистирол. Средняя плотность пенополистирола 25-40 кг / м<sup>3</sup>, он устойчив к коррозии, воздействию воды и химических сред. Он имеет теплопроводность 0,05 Вт / (м. 0С) и рабочую температуру до 700 ° С. Его недостатком является проницаемость и горючесть полистирола. Его проникновение можно уменьшить, покрывая поверхность битумно-эластомерным материалом. Полистирол пенополистирол используется в качестве теплоизоляции при изготовлении трехслойных панелей, кровельных



и ограждающих конструкций.

Вспененный поливинилхлорид выпускается в чистом и эластичном виде. Поливинилхлорид первичного происхождения - это теплоизоляционный материал, который может частично изменять свои свойства в диапазоне температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Обычно он желтого цвета, и ему можно придать любой цвет, добавив пигменты разных цветов. Изделие выпускается в виде пластин размером  $500 \times 750$  мм и толщиной 35-70 мм. Средняя плотность поливинилхлорида 95-195 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,06 Вт / (м. 0С), водопроницаемость за 24 часа 0,3%, рабочая температура около 700С. На их основе плиты используются для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов. Пенополистирол эластичный выпускается в виде упаковки и используется в качестве теплоизоляционного и декоративного материала. Вспененные поливинилхлоридные материалы устойчивы к воде и агрессивным средам и менее горючие, чем полистирол, пенополиуретан и т. Д.

Мипора - это очень легкий теплоизоляционный материал с пенообразующими и отверждающими компонентами на основе карбамидоформальдегидного полимера. Средняя плотность мипора 10-20 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,026-0,03 Вт / (м. 0С), рабочая температура до 1100С. Недостатками мипора являются высокая гигроскопичность и малая прочность. Каркас Мипора применяется для теплоизоляции конструкций, трубопроводов, холодильников.

Смесь карбамидной смолы, порошкового наполнителя, отвердителя и газообразующих компонентов и модификаторов может быть подвергнута холодному прессованию для получения сверхлегкого ячеистого полимербетона. По этой технологии ячеистый полимерный бетон получается за счет углекислого газа, образующегося в результате химической реакции между порошками, содержащими карбонаты (барханный песок, известняк, глина и др.) И кислоты (ортофосфорная кислота и др.). Они имеют среднюю плотность 80-200 кг / м<sup>3</sup> и прочность на сжатие 2-8 МПа.

Фенолоформальдегидная пена изготавливается из этого полимера с добавлением стекловолокна или резины, а также резины и газообразующего алюминиевого порошка. Процесс включает смешивание, нагревание, вспенивание, формование и отверждение (охлаждение) компонентов. Фенолформальдегидные пены с резиной устойчивы к использованию при температурах 200-2500С.

Пенополиэтилен. «Ресурс» (Россия) производит теплоизоляционные материалы на основе пенополиэтилена под брендами «Петрофон» и «Алюфом Голд».

Петрофом - это материал с высоким уровнем тепло-, звуко- и гидроизоляции.

Сферы применения Петрофома: стены зданий, перекрытия, фундаменты и крыши, теплоизоляция, паркет, ламинат и т. Д. Выпускается со средней плотностью 18-35 кг / м<sup>3</sup> и следующими параметрами:

Толщина, мм.	Высота, мм	Длина, мм	Поверхность, мм
2		50;150	10;25;30
3		50;150	10;25
4	1,05	50;100	10
5		50;100	10
8		50	5

Петрофом - это физически расширенный несвязанный полиэтилен, легкий, эластичный и гибкий. Кроме того, он непроницаем для воды и пара, устойчив к химическим веществам, не вызывает коррозии, экологически и гигиенически безопасен, а также обладает звукоизоляционными свойствами.



### Технические характеристики Петрофома.

Название индекса	Количество
Средняя плотность, кг / м <sup>3</sup>	18-35
Теплопроводность, Вт / м 0С	0,042
Водопроницаемость, (24 часа),% об.	< 0,8
Паропроницаемость, мг / мс Па	0,003
Индекс снижения ударного шума, дБ, не менее	20
Группа горючести	G2, V2, D3
Температура эксплуатации, 0С	-60 ÷ +800

Пенополиэтилен от Петрофом и других марок производится по следующей технологии:

Экструдер наполнен полиэтиленом, тальком, красителем, антипиренами. Компоненты нагревают, расплавляют, смешивают, в смесь добавляют изобутан и моностеарат глицерина путем нагревания, однородную массу переносят в зону охлаждения, фильтруют через сетчатый пакет и выдавливают в виде рукава. Из-за резкого падения давления выделяется изобутан и масса вспенивается. Материал охлаждают, режут дисковым ножом и пропускают через ионизатор для получения статического электричества.

#### Состав массы следующий.

Concentrates Talk	1%
Моностеарат глицерина	1-1,5%
Изобутан	6-7%
Полиэтилен	89-90,5%

Полипом - это химически сшитый пенополиэтилен, устойчивый к механическим и термическим воздействиям благодаря своей трехмерной структуре. Термоламинирование может быть усилено прочными

полиэтиленовыми пластиковыми лентами, алюминиевой фольгой, бумагой, текстилем и т. Д.

Его средняя плотность составляет 50-200 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность (+100С) около 0,39-0,06, рабочая температура от -600С до + 900С.

Полипом Петрофом применяется в строительстве, а также в качестве подушек для труб, изоляции труб, изоляции туннелей и т. Д. применяемый.

### **8.3. Использование теплоизоляционных материалов.**

Вентилируемые фасады. В зданиях 70% тепла теряется через внешние стены. Использование современных строительных материалов при возведении зданий обеспечивает высокий уровень теплоизоляции. Эффективное решение проблемы - использование полимерных теплоизоляционных материалов на вентиляруемых фасадах.

Технология комплексной теплоизоляции фасадов зданий решает сразу две важные задачи. Во-первых, теплоизоляция стен позволяет экономить до 45% энергии, расходуемой на обогрев зданий. Во-вторых, качественная теплоизоляция поддерживает комфортную среду обитания в помещении, т.е. нормальную температуру и влажность, от образования внешних агрессивных сред (сырость, плесень, коррозия, конденсат, грибок и т. Д.) И холодных коридоров, температурных трещин. Защищает от

В вентиляруемых фасадах между стеной и декоративным слоем между теплоизоляционным покрытием оставляют воздушную прослойку, связанную с внешней средой. В качестве теплоизоляции используются минеральная вата, пенополиуретан, пенополистирол, пленочный полиэтилен, а в качестве внешней отделки - керамогранит, цементно-волокнистые изделия, металлы, сайдинг (ПВХ и др.).

Окна из поливинилхлорида (ПВХ). Замена старых окон на новые окна ПВХ позволяет сохранить в помещениях 30-50% тепла. Они обладают высокой теплоизоляцией, устойчивы к изменению климата и не деформируются.

Окна ПВХ изготавливаются из стабилизаторов, модификаторов, пигментов и добавок. Эти компоненты обеспечивают светостойкость, атмосферостойкость, качество поверхности и свариваемость. В странах с небольшими запасами древесины целесообразно использовать окна ПВХ.

Теплоотражающие полимерные пленки (IQPP). По сравнению с практически светопоглощающим стеклом, полимерные пленки на стеклянной поверхности поглощают свет в ультрафиолетовом диапазоне, снижая потери тепла на 40-50% и создавая приятный микроклимат в помещении. При уличной температуре -200С температура около окон в типичном многоквартирном доме составляет -80-60С.

Эффективность энергосберегающих пленок - это их уровень излучения, то есть способность поверхности поглощать и возвращать тепло. Эти пленки закрыты внутренним окном упаковки. Тепловой поток в помещении проходит через внутреннее стекло, ударяется о пленку и возвращается в комнату, стекло нагревается и становится дополнительным средством обогрева помещения. Кроме того, пленка аккумулирует солнечный свет и направляет его в комнату.

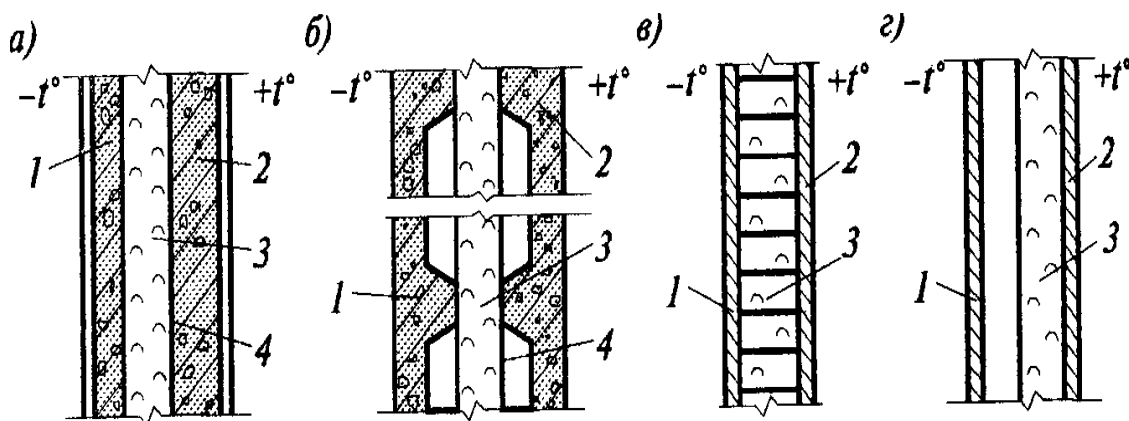
В методе ионоплазмы многослойная пленка полностью поглощает ультрафиолетовый свет и снижает интенсивность инфракрасного света на 50%.

Теплоизоляция помещений. 70% КПД в системах отопления и горячего водоснабжения в зданиях с повышенным энергопотреблением обусловлен применением полимерных материалов.

К ним относятся термостойкие клейкие пленки для стекла на основе полиэтилена, окна и плинтусы на основе ПВХ, изоляция из бутилкаучука для стеклянных панелей, пенополистирол для утепления стен, батареи на основе полипропилена, системы напольного отопления, двери и рамы, полиуретановые теплоизоляционные материалы. используется в трубопроводах и др. Во всем мире развивается строительство энергоэффективных зданий. В Европе индекс энергоэффективности

составлял 37 кВтч на м<sup>2</sup> в 2010 году, тогда как в 2015 году эта норма была установлена на уровне 25 кВтч.

Теплоизоляция ограждающих конструкций. В этом направлении в основном используются теплоизоляционные материалы для средних частей при изготовлении трехслойных панелей (рис. 8.1).

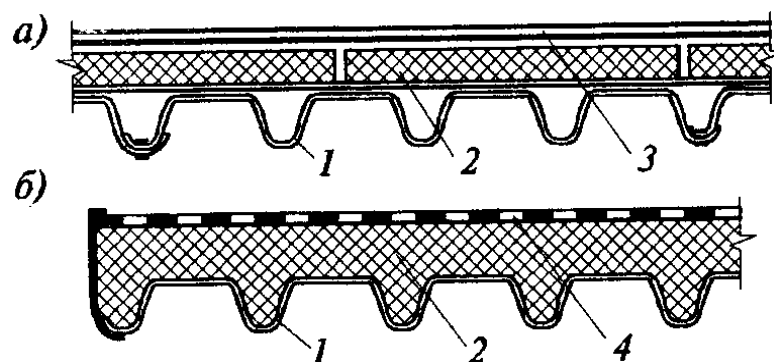


а) покрытые плоскими железобетонными плитами; б) то же, перекрытия железобетонные; в) покрытые конструктивно-декоративными листовыми материалами (алюминий, асбестоцемент, стеклопластик); г) то же, воздушная прослойка оставлена; 1 внешнее покрытие; 2 внутренние подкладки; 3 теплоизоляционный материал; 4 Пароизоляция.

**Рисунок 8.1. Виды трехслойных наружных стеновых панелей**

Подвесные панели изготавливаются из пенополистирола, пенополиуретана, фенолформальдегидного пенопласта, легких пористых пластиков, таких как мипора, первичных и полу-первичных плит на минеральной вате, а в некоторых случаях таких материалов, как арболит, фибролит.

Неорганические и органические теплоизоляционные материалы широко используются при утеплении крыш общественных и промышленных зданий (рис. 8.2).



а) Профлист теплоизоляционный; б) «Монопанель»; 1 металлическая профильная крышка; 2 теплоизоляционный материал; 3-х слойный пол из рубероида, оклеенный битумной мастикой; 4-х слойный полимерный гидроизоляционный слой.

**Рисунок 8.2. Устройство кровли для промышленных товаров**

При установке утеплителя крыши желательно использовать гидроизоляционные материалы для защиты теплоизоляционных материалов от воды.

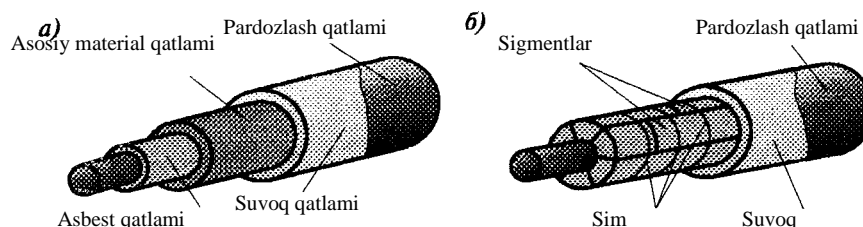
Теплоизоляция промышленного оборудования и трубопроводов. Для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов используются изделия из органических материалов на основе неорганических и синтетических полимеров, таких как полиэтилен и пенополиуретан, такие как минеральная вата и плиты, стекловата и плиты, базальтовые и асбестовые волокна и ткани.

Предметы могут быть одно- и многослойными. Один вид продукции может состоять из двух разных типов теплоизоляционных материалов. Например, внутренний слой служит теплоизоляцией, а внешний слой - дополнительной огнезащитой или гидроизоляцией.

Монтаж и обвязка В теплоизоляции изделия могут использоваться в виде плит, сегментов, обечаек, полуцилиндрических, обмоточных и монолитных покрытий. В этом направлении используются асбестовая бумага и картон, асбестовый шнур, шнуры и веревки из стекловолокна и минеральной ваты.

Мастичные теплоизоляционные материалы готовятся прямо на

стройплощадках в специальных ограждениях и наносятся или распыляются на поверхности в виде мастики. Мастики обычно наносят вручную послойно (рисунок 8.3).



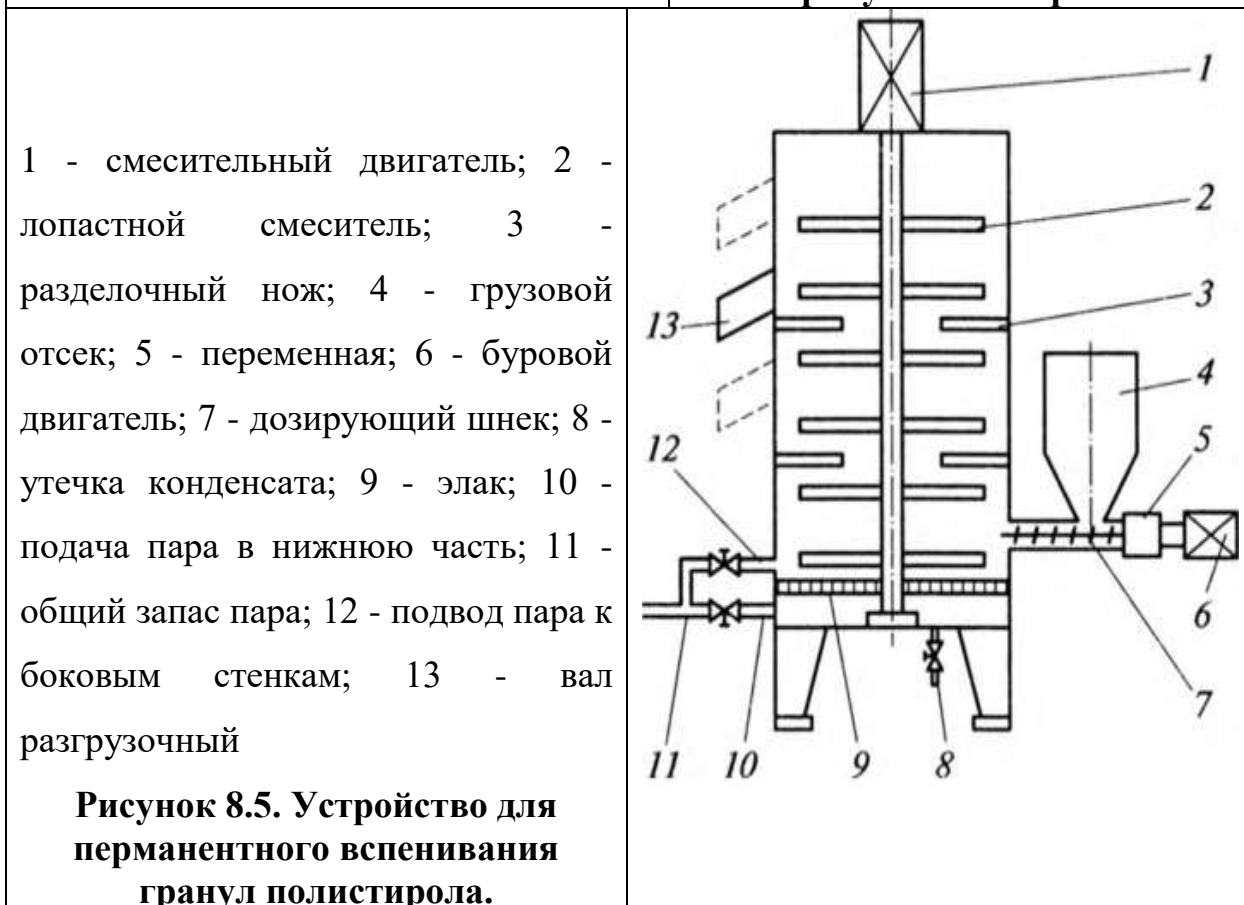
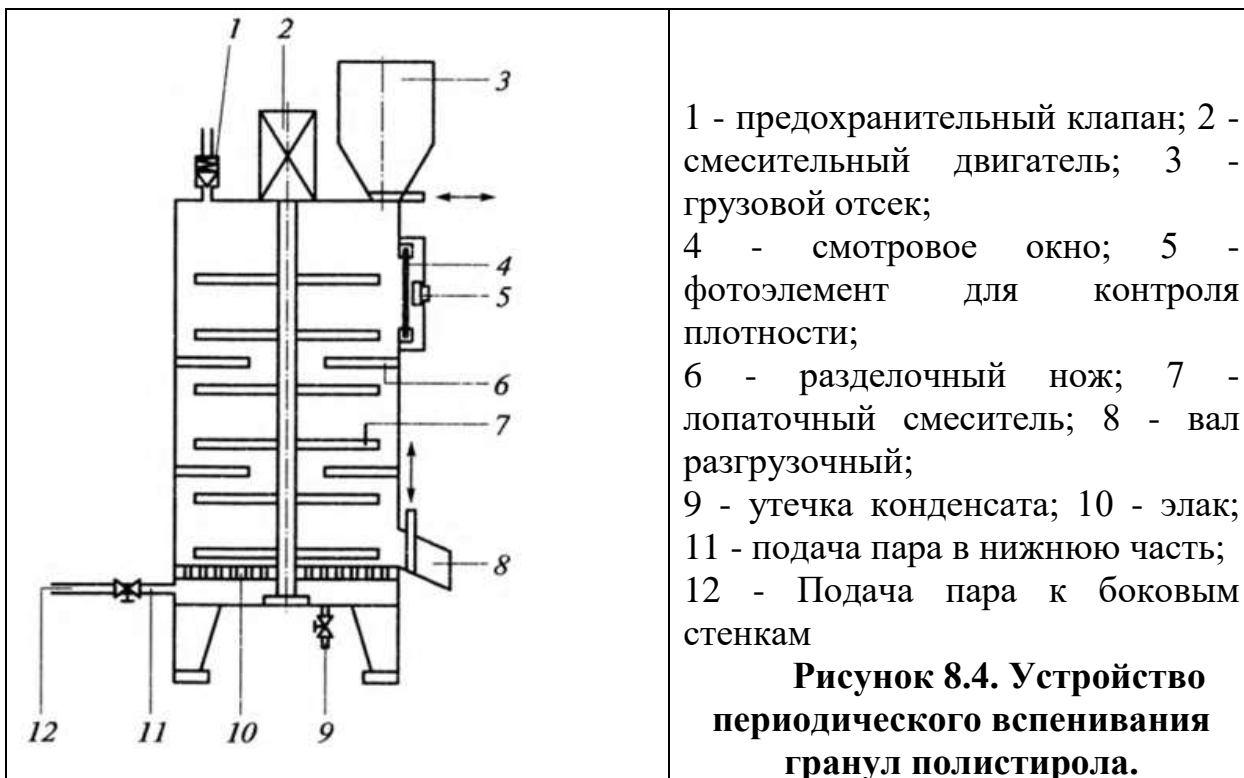
а) Мастичная теплоизоляция; б) Теплоизоляция на основе совелита.

### Рисунок 8.3. Теплоизоляция труб

При строительстве бесканальных теплотрасс целесообразно использовать термо- и гидроизоляционные металлические трубы с пенополиуретановыми теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляция полимерных труб. Системы центрального отопления могут терять до 50% тепла. Это связано с тем, что в системах отопления не используются качественные теплоизоляционные материалы. В канальных системах отопления используются штукатурки на основе смеси стекловолокна, минеральной ваты, гидроизоляции и цемента. Проблема заключается в нанесении теплоизоляционных материалов из пенополиуретана (ППУ) и полиполимерминерала (ПММ) на металлические трубы в заводских условиях. При установке металлической трубы в металлическую форму в зазор заливается масса пенополиуретана, масса пузырится с большим внутренним натяжением, образуя слой теплоизоляции вокруг трубы. Трубу можно дополнительно гидроизолировать. Прослужит такая бесканальная теплотрасса 30-40 лет.

Устройство периодического вспенивания гранул полистирола



Пенообразователи непрерывного действия включают механические, барабанные, шнековые, в которых процесс вспенивания может осуществляться водой или паром в течение 1 ... 6 минут. Производительность

устройств может составлять от 1 до 50 м<sup>3</sup> / ч (рисунок 8.5). Гранулы пенопласта сушат при температуре повышенной влажности 40 ° С, охлаждают и хранят 6 ... 24 часа, давление уравнивают со средой. Если время удерживания больше, остаток изопентана может испаряться, тем самым снижая гранулирующую способность гранул к дальнейшему пенообразованию.

Вторичное вспенивание (формование изделий) также можно производить непрерывно и непрерывно с использованием различных теплоносителей.

Подвижные и стационарные формы различной конструкции должны относиться к образующим единицам периодических перемещений. Обычно охлаждающая вода (свежий пар или горячая вода) подается через перфорированные стенки и днище. Переносные формы не превышают 1000 x 750 x 100 мм. Стационарные формы позволяют получать изделия больших размеров: от 2000x1000x500, от 4000x1000x500 до 6000x1000x1250 мм. Формы обычно оснащены гидравлическими дверцами и выталкивателями сборных блоков для закрытия и открытия стен. Теплоносителем обычно является пар под давлением 0,4 ... 0,5 МПа. Конструкции пресс-форм могут иметь полые формовочные машины, что позволяет изготавливать изделия сложной конфигурации. Общая продолжительность пропитки вспененных гранул в блоке 4 ... 5 мин, охлаждения 45 ... 55 мин (для выравнивания давления внутри блока).

При использовании автоклава в качестве второго вспенивающего аппарата отдельные формы, заполненные гранулами, заливаются в автоклав и выпариваются в соответствии с определенным режимом (заполнение гранул - 2 мин, вспенивание - 1 ... 2 мин Т - при 95). 105 ° С, охлаждение - 10 мин).

В непрерывном методе вторичного вспенивания используются конвейерные линии, карусельные машины, формовочные машины и т. Д. Технология производства складывается из таких операций, как периодический метод литья. В этом случае пенопласт получается в виде



сплошной ленты определенной толщины или в виде блоков определенного размера. Производительность установки от 2 до 9 м<sup>3</sup> / час. К недостаткам непрерывного метода можно отнести металлоемкость и сложность оборудования, необходимость дальнейшей настройки оборудования при изменении точных размеров готового продукта и параметров продукта.

Некоторые компании используют метод вспенивания полистирола непосредственно в полости строительных конструкций для получения стеновых или кровельных панелей.

Использование пенополистирольных блоков в качестве несъемной опалубки - пенополистирольная опалубка является примером новой технологии строительства энергоэффективных стен. Данная технология позволяет одновременно устанавливать монолитные бетонные стены на строительной площадке, а также в детском строительстве с двойной тепло- и звукоизоляцией из легко монтируемых блок-модулей. Блоки изготовлены из двух пенополистирольных панелей, соединенных прочными пластиковыми стяжками. Опалубка из таких деталей заливается бетоном, образуя монолитную стену. Блоки усилены арматурными стержнями для обеспечения необходимой прочности. Набор выпускаемых предприятиями элементов длиной 370 ... 1200 мм позволяет реализовать самые разные архитектурные решения для зданий любого назначения.

Область применения форм для полистирола: коттеджи; загородные дома и дачи; двух-, трехэтажные жилые дома; административные здания; общественные здания и спортивные комплексы; холодильники, бытовые и производственные объекты; продуктовые магазины и склады. Использование пенополистирольных блоков в качестве несъемной опалубки в строительстве - это снижение стоимости зданий, рабочей силы и времени строительства примерно в 2-3 раза. Стоимость строительства с использованием несъемных форм снижается в 1,5-2,0 раза по сравнению с традиционными методами. Специальная конструкция замков позволяет быстро и точно соединять блоки и предотвращает вытекание бетона. Малый вес неподвижной формы

позволяет выполнять ее на стройплощадке без использования мощного подъемного механизма.

Строительство с использованием несъемных опалубок можно вести круглогодично практически во всех климатических зонах России. Высокие теплоизоляционные свойства блоков позволяют проводить бетонирование при нулевой температуре, что сокращает сроки строительства в различных климатических условиях.

#### **8.4. Полимерные теплоизоляционные материалы**

В строительстве широко используются пенопласт, ячеистые пластики и медопласты. По внешнему виду и способу применения может быть в виде газонаполненных пластиковых материалов (в основном пластин), а может - в виде жидких клеевых материалов, набухающих и затвердевающих в месте использования (клеевые пены, пенополиуретаны).

Пенопласт - пластинчатые и фасонные изделия получают вспениванием различных полимеров: полистирола, поливинилхлорида, полиэтилена, фенольных полимеров и других. Для производства изделий из пенопласта используются прессовые и непрессовые методы. Пенополистирол (ГОСТ 15588) - теплоизоляционная пена, получаемая при набухании полистирола при нагревании вентилятором. Пенополистирол представляет собой гранулы размером 5–15 мм, которые используются в качестве легкого заполнителя при теплоизоляционном наполнении и производстве теплоизоляционных изделий с использованием различных крепежных элементов. Формирование этого материала происходит под воздействием высоких температур из-за спекания гранул между собой. Для производства пенополистирола в первую очередь получают гранулированный полистирол. Полимеризация приводит к образованию гранул полистирола размером 0,5-1 мм, содержащих капли расплавленного взрывчатого вещества (изопентана) стирола, то есть гранулированный полистирол. Под действием температуры полистирол становится вязкопластичным и набухает от газов, образующихся при

разложении изопентана.

Пенополистирол выпускается в виде плит длиной от 500 мм, шириной 400-700 мм (толщиной от 10 до 160 мм). Блоки и оболочки также изготавливаются из пенополистирола. Пенополистирол (ППС) отличается низкой гигроскопичностью (0,05-0,2%), его водопоглощение не превышает 2-3%. Температура его применения от -65 до + 60 ° С. Поверхность изделий из пенополистирола обрабатывается антипиренами для повышения термостойкости. Этот вид пенополистирола называют самозатухающим, потому что он перестает гореть при удалении источника огня.

ППР используется для теплоизоляции стен, в том числе в качестве несъемной опалубки, а также для изоляции холодильного оборудования для покрытия зданий. Стеновые блоки состоят из двух стен из пенополистирола толщиной 5 см каждая, которые соединяются переходными устройствами. Перемычки бывают двух типов: пенополистирол толщиной 6,5 см и жесткий пенополистирол. Для четырехэтажных домов используются прочные блоки перемычки из пенополистирола повышенной прочности. Однако их можно использовать и для малоэтажной застройки.

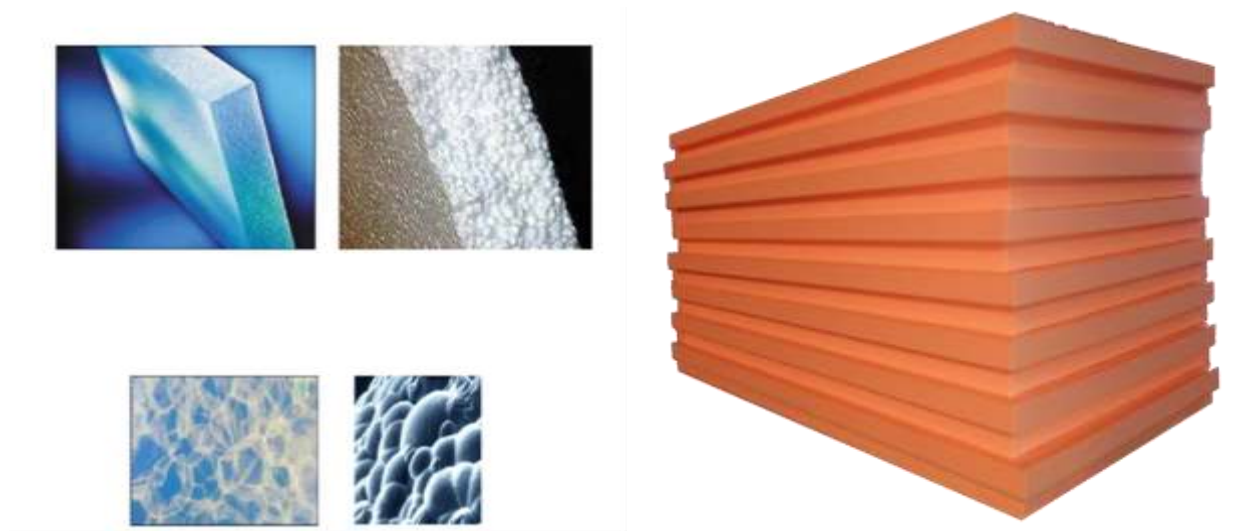


**Рисунок 8.6. Пенополистирол.**

Процесс экструзии полистирола позволяет получить пеноматериал с

однородной структурой, состоящей из небольших закрытых ячеек размером 0,1-0,2 мм. Закрытая пористая структура экструдированного полистирола обеспечивает практически нулевое водопоглощение. Кроме того, у материала низкая теплопроводность и высокая прочность на сжатие, величина которой зависит от плотности плит. Теплоизоляционные плиты из экструдированного пенополистирола рекомендуется использовать в диапазоне температур от -50 до +75 °С.

Применяется: для теплоизоляции фундаментов зданий; для теплоизоляции полов; для теплоизоляции крыш. Инвертированная кровля отличается тем, что плиты утеплителя располагаются поверх гидроизоляционного слоя, защищая его от механических повреждений, экстремального воздействия температуры и УФ-излучения; для теплоизоляции стен зданий. Плиты очень эффективны для теплоизоляции стен благодаря долговечности, экологичности, устойчивости к деформации, устойчивости к влаге и биологическому разложению. Кроме того, экструзионный ППС используется для теплоизоляции автомобильных и железных дорог; для теплоизоляции различных труб.



1 - пенополистирол экструдированный; 2 - пенополистирол бисерный

**Рисунок 8.7. Макро и микроструктура.**

Сотопласты получают пропиткой синтетическим клеем и

приклеиванием гофрированной бумаги или ткани с образованием прочной структуры, такой как соты.

Размер сети 10 ... 30 мм. Плотность сот 20 ... 70 кг / м<sup>3</sup>.

Сотопласты обклеиваются с двух сторон слоистыми материалами (ДВП, фанера и др.); В результате получается прочная трехслойная панель.

Прочность на сжатие такого материала составляет 5 ... 7 МПа.

Ячеистые пластики используются при строительстве дверей, перегородок и т. Д.

Сотопласты изготавливаются в виде пластин и блоков толщиной до 350 мм.

Преимущества сотопластов:

Высокое звукопоглощение.

Большая огнестойкость.

Низкая теплопроводность.

Недостатки медовой плесени

Поглощает высокую влажность.

Низкая долговечность.



**Рисунок 8.8. Сотопласты.**

Пенополиуретан (ППУ) - это теплоизоляционная пена, состоящая из



полиэфирной смолы и специальных добавок, которые вступают в реакцию с полимером и расширяют исходную смесь. Сушка проводится при температуре около 1000°C.

Пенополиуретан производится на автоматической установке непрерывного действия. Сначала в высокоскоростном смесителе готовят смесь полиэфирного полимера, диизоцианатов (вспенивающих агентов), катализатора, эмульгатора и воды. При взаимодействии смешанных диизоцианатов с гидроксильными группами полимера он выливается на наклонную конвейерную ленту, движущуюся со скоростью 3-5 м / мин, выделяется углекислый газ, масса опухает. Набухание и начальная прочность наступают очень быстро, за 2-5 секунд. Затем вспененную полиуретановую массу разрезают и помещают в камеры термообработки, где происходит окончательное легирование за 4-6 часов при 50-150 ° С. Пенополиуретан бывает твердым и мягким. Выпускается в виде твердых плит и блоков, мягких - в виде панелей и лент.



**Рисунок 8.9. Пенополиуретановые изоляционные материалы.**

Пенополиуретан отличается низкой водопроницаемостью и гигроскопичностью, его можно использовать при более высоких температурах, чем другие ячеистые пластики (от 170 до 200 ° С).

Применяется при строительстве стен, крыш в качестве теплоизоляции, а также в сэндвич-панелях.

Наносится пенополиуретановый состав. Герметики из пенополиуретана, в том числе теплоизоляторы, все чаще используются в современном строительстве.

Композиции ППУ, упакованные в цилиндры, обеспечивают на выходе из емкости синтетическую пену, которая отличается высокой адгезией к дереву, металлу, пластику и керамике.

Полиуретан не очень гигроскопичен, не гниет и не прилипает, но выделяет токсичные газы на открытом воздухе.



**Рисунок 8.10. Метод напыления пенополиуретановой композиции.**

В начале 70-х гг. ряд западноевропейских стран с высокой долей центрального отопления перешли на новый тип изоляции труб - конструкции из пенополиуретана (ППУ) заводской изоляции. Полимерные трубы с защитным покрытием защищают изоляцию от влаги, механических повреждений, предотвращают растекание полиуретана и полностью защищают от коррозии.

Изоляция всех элементов трубы (трубы, отводы, опоры, компенсаторы) производится на заводе внутритрубным методом, когда жидкие компоненты пенополиуретана вводятся в пространство между стальной трубой и сплошным полиэтиленом. носит ножны и затвердевает. В результате получается жесткая конструкция, обеспечивающая отличные механические и термические характеристики. Пенополиуретан имеет теплопроводность в 2,5 раза меньше, чем у железобетона, и на 15% меньше, чем у минеральной ваты.







**Рисунок 8.11. Гидроизоляционные материалы для металлических труб.**

На практике с вышеуказанными поропластами доступны и используются другие типы поропластов.

Вспененный полиэтилен - тепло- и звукоизоляционный материал нового поколения - выпускается в виде матов, рулонов, лент, полых цилиндров и жестких отрезков труб. Изготовлен из вспененного полиэтилена (PPE) методом экструзии. Все эти материалы характеризуются высокой теплоизоляцией, а также высокой звукоизоляционной способностью против ударного шума (динамический модуль упругости не превышает 0,5 МПа), что снижает воздушный шум в многослойных секциях. Кроме того, вспененный полиэтилен с закрытой пористой ячеистой структурой обладает низкой паропроницаемостью и водопоглощающими свойствами.

На местных предприятиях освоен выпуск СИЗ длиной 50-100 м, шириной 100 см, толщиной 2-16 мм, покрытых с одной стороны алюминиевой фольгой, отличающихся высокой отражательной способностью и абсолютной паропроницаемостью.

В области эксплуатации отопительных приборов эффективно используются теплоизоляция, отражающая экран. В этом случае тепловой поток к внешней стенке снижается в 2,5-3,4 раза в зависимости от

конфигурации экрана.



**Рисунок 8.12. Вспененный полиэтилен.**

Если эти материалы используются в качестве тепло- и пароизоляции стен саун (бань), следует учесть, что при максимальной температуре воздуха 120 ° С температура этого материала будет 64-74 ° С. ниже максимальной температуры (85 ° С) для использования этого материала. Следует отметить, что отражательная способность пленки сохраняется только при наличии воздушного зазора между лайнером и пленкой.

#### **Связующие материалы.**

Связующие материалы (герметики) используются для герметизации стыков между элементами строительных конструкций для обеспечения высокой водо- и воздухопроницаемости стыка.

Герметики для заделки стыков в панельных домах, должны быть эластичными, потому что такие стыки меняют свой размер в результате температурных и усадочных деформаций.

Другой тип наполнителя - монтажный наполнитель, используемый для герметизации стыков между дверными и оконными рамами и стенами, а также для усиления окон в рамах.

Клейкая мастика получается на основе пластика клеевых полимерных изделий. Основное требование к мастиковым наполнителям - высокая деформируемость и адгезия к клеевому материалу (например, бетону).

Незатвердевающие герметики в основном получают на основе полиизобутилена - термопластичного эластомера, сохраняющего эластичность при температуре от +80 до - 60 ° С. Для этого также используются синтетические каучуки: бутил, акрил и другие.

Клеи и герметики делятся на группы:

1. Сушка мастики и паст;
2. невысыхающие эластичные герметики;
3. отверждающие (вулканизирующие) пасты.

Сушильные мастики и пасты производятся на основе высококачественных натуральных масел. Наполнители для этих мастик: мел, полевой шпат, асбестовое волокно и др. В свежем виде они представляют собой пластичные массы, содержащие масло и со временем окисляющиеся, после чего мастика затвердевает. Из-за невысокой пластичности мастики этого типа абсолютно непригодны для заделки различных стыков между панелями (их размер не превышает 25%). Срок службы таких герметиков непродолжительный, обычно менее 2 лет. Но если в мастику добавить синтетическую смолу, срок службы увеличится минимум на 7-8 лет.

Невысыхающая полиизобутиленовая мастика помимо полимера содержит мелкодисперсный наполнитель (мел, тальк и др.) И пластификатор (масло). Мастика устойчива к воде и атмосферным воздействиям, хорошо держится на большинстве материалов. Сменные картриджи с заправленными картриджами используются для заделки мастики в швы.



**Рисунок 8.13. Связующие материалы.**

Восстанавливаемые герметики изготавливаются из реагентов.

Олигомеры (в основном жидкие каучуки). Самый распространенный в строительстве - тиоколовая мастика; в меньшей степени - полиуретан и силикон. Затвердевание мастики может происходить в результате введения в воздух отвердителей (вулканизаторов) или влаги и кислорода.

Мастика Thiocol содержит двухкомпонентный состав.

заполнены жидким тиоколовым каучуком, порошковым или легким порошковым наполнителем и вулканизирующей пастой. Компоненты смешиваются перед заполнением добавки. Через 1 ... 3 дня шпатлевка в прямом шве превращается в резину, не теряет сцепления с бетоном. Этим наполнителем можно закрыть стекла, закрепленные на металлических рамах, в витринах, теплицах и т. Д.

Силиконовые герметики устойчивы к высоким температурам и химическим веществам.

Пенополиуретан - это новый тип мастики, состоящей из жидких полимерных композиций, которые насыщаются газом под давлением и очищаются на воздухе. Расфасовываются в банки объемом до 1 дм<sup>3</sup>. При нажатии клапана на коробку из него выходит струя вязкой жидкости, а через несколько часов она внезапно набухает в виде пены. Такой уплотнитель обеспечивает не только гидроизоляцию, но и теплоизоляцию герметичного

стыка. Их успешно применяют для закрытия стыков при установке дверных и оконных блоков.



**Рисунок 8.14. Мастики.**

Коллекции обычно имеют поперечную и пористую структуру. Они эластичные и пристегиваются к шву, что обеспечивает прочность шва при изменении его ширины.

Гернит представляет собой эластичный шнур коричневого цвета ( $D = 20 \dots 60$  мм и длиной до 3 м), эластичный шнур с плотной пленкой на поверхности.



**Рисунок 8.15. Материалы для теплоизоляции труб.**

В его основе - атмосферостойкий негорючий полихлоропреновый

каучук. Грыжу на шов рекомендуется накладывать с помощью липкой мастики.

Вилатерм - белый шнур, полый, из вспененного полиэтилена. Вилатерм по свойствам похож на гернит, но сохраняет гибкость при низких температурах. Применяется также для теплоизоляции труб (особенно в холодильных установках) Ленточные герметики готовятся путем нанесения слоя мастичного наполнителя, который не затвердевает на волокнистой основе; такие ленты используются для закрытия шва.

Guerlain - это самоклеящаяся лента из синтетического каучука, пластификатора и наполнителя, незатвердевающей мастики, которая наносится на низ нетканого синтетического материала. С другой стороны, восковая или силиконовая бумага защищена от прилипания мастичной разделительной лентой.

Ленточный наполнитель Guerlain сохраняет эластичность при температуре от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Толщина ленты 3 мм; ширина - 100 мм.

Лента прикрепляется к шву, а спинка утепляется наружу. Адгезия мастики к бетону и металлу высокая. Guerlain используется при строительстве панельных домов, для заделки стыков в туннелях и водопропускных трубах. Для герметизации кузова производятся машины специальной марки Guerlain.



**Рисунок 8.16. Ленточные герметики.**

## **Тепловые свойства.**

Коэффициент линейного расширения - изменение линейных размеров пен при разных температурах характеризуется коэффициентом линейного расширения, рассчитываемым на основе предположения, что изменение деформации напрямую связано с температурой.

Теплопроводность - это способность пены проводить тепловой поток через толщину из-за разницы температур на поверхностях, ограничивающих материал. Уровень теплопроводности всех строительных материалов является очень важным показателем для ограждающих конструкций здания и наиболее важным показателем для группы теплоизоляционных материалов, включая пенопласт, основная цель которых - удерживать тепло.

Степень теплопроводности различных материалов характеризуется коэффициентом теплопроводности - количеством тепла, которое проходит через образец пенопласта толщиной 1 м и площадью 1 м<sup>2</sup> за 1 час при комнатной температуре. разность на противоположных, прямопараллельных сторонах образца составляет 1 ° (ккал / мч-град) ...

### **Воздействие влаги**

Очень важной особенностью теплоизоляционных строительных материалов является их способность противостоять воздействию влаги, а также минимальной влажности. Использование водонепроницаемых, негигроскопичных и паронепроницаемых теплоизоляционных материалов позволяет упростить и, следовательно, снизить стоимость строительных конструкций, а также повысить термическое сопротивление слоя теплоизоляции и снизить эксплуатационные расходы. обогрева. До появления пористых полимерных пен не существовало таких водостойких и прочных теплоизоляционных материалов. Наши традиционные теплоизоляционные материалы - стекловата и минеральная вата и изделия из них, ДВП и ДСП, цементно-волокнистые плиты, пенобетон и др. Для достижения высокой гигроскопичности и надежной паропроницаемости предусмотрены регулировка воздушных потоков в конструкциях, дополнительные

пароизоляционные слои с учетом специальных требований. обработка поверхностей теплоизоляционных материалов, придание им гидрофобности или обертывание паро- и водонепроницаемыми пленками из синтетических материалов. При использовании для теплоизоляции материалов на полимерной основе - пенопласта, пенополиуретана, экструзионного пенопласта эти дополнительные сложные и дорогостоящие меры полностью исключаются.

Влагосодержание материалов определяется их свойствами, такими как водопоглощение, гигроскопичность, водостойкость, паропроницаемость, устойчивость к чередованию влаги и высыхания и, в конечном итоге, их влажность. В некоторых случаях между этими характеристиками существует четкая корреляция. Например, влажность материала сильно влияет на его теплопроводность.

Структура теплоизоляционных материалов является ключевым фактором, определяющим их поведение при взаимодействии с влагой. Наилучшими гидрофобными свойствами обладают материалы с закрытой пористой структурой, а наихудшими - открытыми контактными отверстиями. Массовая плотность материала под воздействием влаги в пенопласте также является немаловажным фактором.

Водопоглощение ПТМ можно охарактеризовать отношением количества поглощенной воды к общей площади поверхности материала.

### **Устойчивость к погодным условиям**

Атмосферостойкость материала - это его способность противостоять разрушительному воздействию естественных климатических условий в рабочих условиях - положительных и отрицательных температурах, солнечному свету, влажности, ветру, составу окружающего воздуха и другим климатическим факторам в течение определенного периода времени. временной период. Атмосферостойкость теплоизоляционных материалов определяется тем, что их конкретные исходные свойства меняются с течением времени. Поскольку многие теплоизоляционные полимерные



материалы защищены от прямого воздействия наиболее активных атмосферных воздействий (например, солнечного света) во время эксплуатации, мы не рассматриваем здесь только атмосферное воздействие материалов, ограничиваясь учетом факторов долговечности. могут повлиять на их успех и срок службы на практике.

Морозостойкость - это способность теплоизоляционного материала выдерживать многократные переменные замораживания и оттаивания без признаков разрушения и без значительного снижения своей прочности при насыщении водой.

Воздухопроницаемость теплоизоляционных полимерных материалов, а также их паропроницаемость характеризуются воздухопроницаемостью материала при наличии перепада давления на поверхностях.

Воздухостойкость - это способность материала сохранять свои свойства в течение длительного периода времени под воздействием сильного взрыва воздуха.

Термостойкость - это способность материала сохранять свои свойства при свободном нагревании или под нагрузкой. Термостойкость всех полимерных теплоизоляционных материалов в основном зависит от свойств и качества полимера, из которого он изготовлен. С повышением температуры термопластичные пены переходят из относительно твердого состояния в мягкое резинообразное вещество, что коренным образом меняет их свойства и прочностные свойства.

Термореактивные полимеры, такие как фенольные, карбамидоформальдегидные и полиуретановые, обладают значительной термостойкостью. Пены из этих полимеров образуют термостойкие химические соединения. Однако, когда достигается ограниченная температура, начинается процесс термоокислительного разложения и разрушения материала в этих полимерах.

### **Огнестойкость.**

Огнестойкость - это способность материала выдерживать высокие

температуры и открытое пламя без повреждений. Огнестойкость определяется степенью воспламеняемости. По степени горючести все строительные материалы, включая полимеры, делятся на четыре группы: негорючие, легковоспламеняющиеся и легко воспламеняющиеся.

### **Биологическая устойчивость.**

Биостойкостью материала называется его способность противостоять разрушительному воздействию микроорганизмов - бактерий, грибков и других. Концепция биостойкости применима только к органическим материалам или продуктам, содержащим органические вещества.

### **Акустические свойства.**

Теплоизоляционные полимерные материалы также используются как звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы. Твердые и эластичные материалы не передают звуковые колебания. При использовании этих материалов для звукоизоляции следует иметь в виду, что если на поверхности этих материалов есть сплошная тонкая полимерная пленка в виде пластин и блоков, они не поглощают, а отражают звуковые волны. Удаление этой пленки увеличивает звукопоглощающие свойства материалов. Поглощение до некоторой степени характерно для всех строительных материалов, но только эти материалы и конструкции называются звукопоглощающими материалами, у которых коэффициент звукопоглощения больше 0,2 (на средних звуковых частотах).

Материалы с открытой пористой системой, которые помогают создать звуковой лабиринт, особенно способны поглощать большую громкость. Когда звуковые волны попадают на полистирол с открытой связью, который соединен друг с другом, звук поглощается путем передачи энергии колеблющихся частиц воздуха теплу из-за потерь на трение в звуковом лабиринте. Материалы с закрытыми порами обычно имеют низкое звукопоглощение, но не очень высокую звукопередачу.

Несмотря на то, что ряд имеет схожие свойства, звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы различаются как по акустическим свойствам,

так и по назначению.

Звукопоглощающие материалы и конструкции из них предназначены для поглощения звука, а звукоизоляционные материалы предназначены для гашения звуковых волн, проходящих из одного помещения в другое через здания.

Звукопоглощающие материалы широко используются при строительстве зданий с соответствующими акустическими условиями для лучшего понимания музыки и речи - потолков и конструкций стен в аудиториях, концертных залах, театрах и других развлекательных заведениях; в помещениях, например, промышленных, офисных и административных зданиях, больших холлах вокзалов, ресторанов и т. д., для снижения уровня шума, создаваемого их работой. Также они используются для предотвращения распространения шума в коридорах, для больниц, школ и гостиниц, а также для облицованных каналов, шахт и воздуховодов.

Акустические характеристики звукопоглощающих материалов и конструкций - это коэффициент звукопоглощения, значение которого зависит от частоты звука и угла падения. Это значение представляет собой отношение количества звуковой энергии, поглощенной материалом, к общему количеству звуковой энергии в единицу времени. Акустические свойства материала выражаются как частотная характеристика коэффициента звукопоглощения в заданном диапазоне частот.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Технология получения полимерных теплоизоляционных материалов.**
- 2. Использование теплоизоляционных материалов.**
- 3. Полимерные теплоизоляционные материалы.**

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа,

2002, 701c.

3. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.

4. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА IX

### ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Основные термины: теплопроводность, заполнитель, керамзит, перлит, минерал, шлак, воздух, вода или пар, пористость.*

#### 9.1. Главная Информация

К теплоизоляционным материалам относятся легкие, обычно пористые, материалы с низкой теплопроводностью. Например, легкий бетон на основе пористых заполнителей имеет плотность 500-1800 кг / м<sup>3</sup> и большое количество пор. Изделия из легкого бетона имеют шероховатую поверхность. Их теплоизоляционные свойства зависят от количества и характера отверстий.

Благодаря теплопроводности легкого бетона она происходит через каменный каркас материала и через отверстия, заполненные воздухом. Чем меньше размер отверстий, тем ниже подвижность воздуха, тем меньше тепла они передают и тем выше теплопроводность бетона.

#### 9.2. Основные свойства высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

Физико-механические свойства. Легкий бетон производится на основе портландцемента. Если бетон автоклавирован, то используются известково-торфяные, известково-золевые и другие вяжущие. В комплексе используются пористые материалы с насыпной плотностью 1000 - 1200 кг / м<sup>3</sup>: гранулированный торф, клинкерная пемза, аглопорит, керамзит, вспученный перлит и другие.

При использовании заполнителя в качестве керамзита получается керамзитобетон. Если наполнитель - перлит, получается перлитобетон, если

аглопорит - аглопорит и так далее.

Керамзит - один из основных пористых заполнителей, используемых в строительстве. Это прочный и легкий материал плотностью 250-800 кг / м<sup>3</sup>. Керамзит выпускается в виде песка, щебня и гравия.

Керамзитовый гравий получают сжиганием легкоплавких новообразований при температуре около 1200 ° С. В результате получают гранулы размером от 5 до 40 мм. Спеченная оболочка на поверхности гранулы придает ей прочность. Гранулы керамзита в трещине имеют структуру затвердевшего пенопласта.

Керамзитовый песок содержит зерна до 5 мм, который получают при производстве щебня из небольшого количества керамзита. Его также можно получить путем измельчения частиц гравия диаметром более 50 мм.

Пемза шлаковая - искусственный пористый наполнитель с ячеистой структурой, получаемый из отходов металлургии - расплавленного доменного шлака. Когда шлаки быстро охлаждаются воздухом, водой или паром, они разбухают. Полученные кусочки шлаковой пемзы измельчают и выкладывают на щебень и песок.

Зернистость - мелкозернистый пористый материал с размером зерен 5-7 мм, крупный песок.

Вспученный перлит - это сыпучий теплоизоляционный материал в виде мелких пористых зерен белого цвета, который получают путем кратковременного горения гранул из вулканических водных стеклянных пород. При температуре 950 - 1200 ° С вода сильно испаряется из материала, пар набухает, увеличивая частицы перлита в 10 - 20 раз. Вспученный перлит выпускается в виде песчинок диаметром 5 мм и используется в производстве легкого бетона, теплоизоляционных изделий и огнестойкого гипса. Плотность вспененного перлита для производства бетона должна составлять 150 - 430 кг / м<sup>3</sup>, для теплоизоляционного заполнения - 50 - 100 кг / м<sup>3</sup>. Теплопроводность 0,04 - 0,08 Вт / (мСм).

Добавление вспученного перлита к минеральным связующим позволяет

получать изделия с хорошими теплофизическими свойствами.

Плиты из перлитобетона получают путем отверждения массы вспученного перлитового песка, смолы и других веществ. Плиты покрыты фольгой, стекловолокном, самоклеющейся пленкой. Плиты плотностью 100-150 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,075-0,04 Вт / (м<sup>0</sup>С) производятся как самонесущие конструкции.

Вспученный вермикулит - это сыпучий теплоизоляционный материал в виде частиц серебра, полученных путем измельчения и обжига водной слюды. При быстром нагревании вермикулит распадается на отдельные частично связанные пластины. В результате его объем увеличится в 15-20 раз. Основная плотность вермикулита 75-200 кг / м<sup>3</sup>.

Вспученный вермикулит используется при производстве легкого бетона в качестве теплоизоляционной плиты и изоляционного наполнителя для утепления легких стеновых панелей.

#### Сравнение теплоизоляционных свойств

Топливный шлак - это пористый кусок материала, образующийся в топке как побочный продукт сгорания антрацита, угля, бурого угля и других твердых топлив.

Гранулы аглопорита получают путем спекания смеси глинистого сырья с углем. Гранулы спекаются путем сжигания угля. Когда уголь горит, масса разбухает. Насыпная плотность аглопоритового щебня 300 - 1000 кг / м<sup>3</sup>.

В настоящее время в строительстве широко применяется керамзитобетон, из которого делают однослойные и трехслойные панели.

Газобетон относится к легким бетонам. Их получают автоклавированием предварительно расширенной смеси связующего, воды и кремниевого компонента. В них есть отверстия в 85% от общего объема бетона.

Пенобетон получают из смеси пенобетона (вспененного канифольным мылом и животным клеем или другим компонентом) со стабильной структурой. После затвердевания ячейки пены образуют ячеистый бетон. Ряд изделий изготавливается из пенобетона.

Теплоизоляционные блоки из пенобетона с теплопроводностью 0,1 - 0,2 Вт / (мСм) заливаются размерами 0,5х0,5х1 м и более. После застывания их разделяют на плиты нужного размера, например 1х0,5х (0,05-0,12) м. Применяются для теплоизоляции железобетонных плит и секций.

Конструкционный и теплоизоляционный пенобетон с теплопроводностью 0,2-0,4 Вт / (мСм) применяется для стеновых ограждений двух- и трехэтажных конструкций.

Конструкционный пенобетон с теплопроводностью 0,4-0,6 Вт / (мСм) используется в ограждениях двухэтажных зданий.

Он изготовлен из смеси газобетона, портландцемента, кремнеземного компонента и газообразующего агента (обычно алюминиевого порошка). Часто в эту смесь добавляют воздушную известь или гидроксид натрия. Полученную смесь разливают в формы, встряхивают для улучшения структуры и в основном обрабатывают в автоклавах. Изделия из газобетона делятся на большие размеры, а затем на элементы.

Отвержденный в автоклаве газосиликат получают на основе известково-кремнеземного связующего с использованием местных материалов - воздушной извести, песка, золы, металлургических шлаков. Сейчас в деревнях обычное дело - дома из газосиликатных стен. Газосиликатные дома строят из блоков размером 0,2х0,3х0,6 м или 0,3х0,3х0,6 м, толщина стен обычно 0,3 м, трудоемкость возведения стен из газосиликатного типа намного выше, чем из кирпича. выше. Кроме того, теплопроводность газосиликата плотностью 550-600 кг / м<sup>3</sup> составляет 0,15 Вт / (мСм), что в четыре раза ниже теплопроводности кирпича.

В качестве теплоизоляционного материала используется бессточный бетон, он содержит 300-400 марок портландцемента, щебень или щебень с крупностью 10-20 мм. В бетон не добавляется песок. Пустоты в бетоне, заполненные воздухом, повышают теплоизоляционные свойства стен. Поверхность стен из беспесочного бетона оштукатурена.

Арболит используется также при строительстве домов. В его состав



входит известково-цементная паста, смешанная со смесью опилок и песка. Бетон со связующим составом: песок: опилки - хороший теплоизоляционный материал в соотношении 1: 1,1: 3,2 - 1: 1,3: 3,3 (по объему).

Самые высокие показатели теплоизоляции - это теплоизоляционные пенопласты, используемые для утепления стен, облицовки и других элементов жилых домов. Это пористые пластики, полученные вспениванием и термообработкой полимеров. Под воздействием температуры происходит сильное выделение газов, разбухающих полимер. В результате получается равномерно распределенный материал с отверстиями. Дыры в ячеистом пластике занимают 90-98% объема материала, а стенки - 2-10%. Поэтому пенки получаются очень легкими. К тому же они не гниют, они достаточно гибкие и эластичные. Недостатками теплоизоляционных полимеров являются их ограниченная термостойкость и горючесть.

Пены бывают жесткими и гибкими. В строительстве используются жесткие конструкции для утепления ограждений. Пенопласт легко обрабатывать, и ему легко придать любую форму. Также их можно склеивать и с другими материалами: алюминием, асбестоцементом, деревом. Для склеивания используются дифенольный каучук, модифицированный каучук и эпоксидные клеи.

В основе пористых пластиков лежат полистирол, поливинилхлорид, полиуретан, фенол и карбамид.

Пенополистирол (пенополистирол) - самый распространенный теплоизоляционный материал, состоящий из сферических частиц пенополистирола.

Пенополистирол - это жесткий пенополистирол с закрытыми ячейками. Это твердый материал, устойчивый к воздействию воды, большинства кислот и щелочей. Важным недостатком пенополистирола является его горючесть. При температуре 80 ° С он начинает гореть, поэтому рекомендуется размещать его на конструкциях, покрытых со всех сторон огнестойкими материалами. Он используется в качестве изоляционного материала в

ламинированных панелях из железобетона, алюминия, асбестоцемента и пластика. Выпускается в виде пластин с теплопроводностью  $40,0 \text{ кг / м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,03 - 0,04 \text{ Вт / (мСм)}$ . Самый распространенный размер -  $1,2 \times 1 \times 0,1 (0,05) \text{ м}$ , с теплопроводностью от  $0,04$  до  $0,05 \text{ Вт / (м}^0\text{С)}$  при плотности от  $50$  до  $200 \text{ кг / м}^3$ . Длина  $0,5 - 1 \text{ м}$ , ширина  $40-70 \text{ см}$ , толщина  $2,5 - 8 \text{ см}$ .

Пенополиуретан широко используется в строительстве по двум причинам: он имеет самую низкую теплопроводность среди известных теплоизоляционных материалов (теплопроводность в диапазоне  $0,019 - 0,035 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$ ) и путем распыления на поверхность (металл, дерево, ДСП), кирпич, стекло и др.) (можно использовать в виде плит).

Остальные изоляционные материалы используются только в виде плит или блоков. Создание теплоизоляционного слоя распылением позволяет ему прилипнуть к строительной конструкции не менее  $2 \text{ кг / см}^2$ . Важной особенностью пенополиуретана является то, что при его использовании нет необходимости использовать дополнительные паростойкие дорогостоящие материалы (например, пленку), ведь пенополиуретан позволяет создать желаемую пароизоляцию. Пенополиуретан отличается от других теплоизоляционных материалов большим количеством (около 20) марок, различающихся между собой плотностью (от  $40$  до  $250 \text{ кг / м}^3$ ), теплопроводностью, температурой эксплуатации (до  $-250 \text{ }^\circ \text{С}$ ).  $+ 180 \text{ }^\circ \text{С}$ ). При добавлении в огонь пенополиуретан относится к группе материалов, которые являются самозатухающими или трудногорючими. Помимо теплоизоляции наружных стен, палаток, полов для теплоизоляции и герметизации широко используются пенополиуретановые панели, оконные (дверные) проемы и т. Д., Что невозможно только для других теплоизоляционных материалов, производимых плитами или блоками.

Белый пористый теплоизоляционный материал на основе мипорамочевинно-формальдегидного полимера. Мипора выпускается в виде пластин объемом не менее  $0,005 \text{ м}^3$  и теплопроводностью  $0,03 \text{ Вт / (мСм)}$

или толщиной 10 и 20 мм.

Мипора не горючий материал. При 200 ° С он только горел, но не горел. Однако он имеет низкую прочность на сжатие и является гигроскопичным материалом. Мипора применяется как легкий наполнитель для каркасных конструкций или полостей, не требующих влагостойкости.

Пеноизол - новый высокоэффективный теплоизоляционный материал, затвердевшая пена с закрытыми порами. В зависимости от добавок он может быть жестким или эластичным. Когда в качестве наполнителя используется пеноизол, мелкоизмельченный керамзитовый песок, он становится огнестойким теплоизоляционным материалом. При температуре до 350 ° С он огнестойкий, при температуре до 500 ° С не выделяет токсичных веществ, кроме углекислого газа. Пеноизол хорошо сцепляется с кирпичными, бетонными и металлическими поверхностями. Применяется для утепления загородных домов, коттеджей, гаражей, ангаров, покрытий бассейнов, промышленных и жилых зданий.

Производство пенопласта не требует больших площадей и масштабного оборудования, за исключением газожидкостного завода массой 80 кг, обслуживающего двух рабочих. Из-за способности пеноизола застывать в течение 20 минут при нормальных условиях. Ее производство легко организовать на стройплощадке при строительстве дачных, отдельно стоящих домов, а также при ремонтно-строительных работах по утеплению стен, кровли и т. д. Плиты пеноизол в виде пенопласта в полостях, пустотелых профилях и объемах. В зависимости от коэффициента расширения вспененного состава плотность пеноизола составляет 10-25 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,029-0,031 Вт / (мСм).

Из всех полимерных строительных материалов пеноизол является лучшим с точки зрения пожарной безопасности: группа горючести - не ниже Г2, практически негорючий по СНиП 2.01.02-85 (продолжительность самостоятельного горения - ноль секунд), группа горючести - Не ниже В2 (умеренно горючие), группа дымообразования - не ниже D1 (слабая

дымность). Следует отметить, что дымообразование пенополиуретана (1614 кг / м<sup>2</sup>) в 10 раз выше, чем у пеноизола (160 кг / м<sup>2</sup>).

Пеноизол также отличается высокой степенью стойкости. Исследования Института химической физики РАН показали, что пеноизол как несущий средний слой трехслойных конструкций зданий и сооружений надежно работает в условиях эксплуатации при любых изменениях. температура от -30 до +40оС и относительная влажность 75% + 40оС) без ограничений. Пеноизол - бесспорно лидер по комплексным параметрам качества и цены всех строительных материалов. Пеноизол выпускается блоками 600x500 мм. Толщина блока зависит от требований заказчика и обычно находится в диапазоне от 100 до 250 мм в диапазоне от 10 мм.

Сотопласты производятся в виде полимерной и огнестойкой пропитанной гофрированной бумаги, хлопчатобумажных или стеклотканей. Сотопласты - это клетки правильной геометрической формы (в виде сот), которые постоянно повторяются. Применяются в качестве утеплителя в трехслойных панелях из алюминия или асбестоцемента. По мере заполнения ячеек миопическими фрагментами теплоизоляционные свойства ямки повышаются. Сотовые пластики используются в виде плит и блоков толщиной 350 мм.

Наиболее подходящими для строительства являются простые бумажные ямки, пропитанные карбамидоформальдегидной смолой, но они хрупкие и хрупкие. При пилении они сильно падают.

Алюминиевая фольга - один из самых эффективных изоляционных материалов. В то же время это хорошая воздухо- и пароизоляция. В настоящее время в цветной металлургии производится фольга толщиной 0,005 - 0,2 мм.

Алюминиевая фольга имеет глянцевую серебристую поверхность с высокой отражательной способностью. Структура, покрытая фольгой, отражает большую часть излучаемого теплового потока, тем самым уменьшая потери тепла через решетку и повышая их тепловую защиту.

Алюминиевая фольга, отражающая световую составляющую теплового потока, улучшает теплоизоляционные свойства конструкции. Лучше всего размещать фольгу на поверхности стены возле радиатора отопления или внутри конструкции так, чтобы фольга граничила только с воздушным зазором. В этом случае теплозащиту стены можно увеличить в 1,5 - 2,5 раза. Пленку можно разделить с двух сторон от воздушного зазора. Не рекомендуется устанавливать фольгу в толще конструкции, так как в этом случае практически не используется теплопроводность пленки.

Алюминиевая фольга бывает твердой - незакаленной и мягкой - отожженной. Выбросы твердых и мягких пленок не отличаются друг от друга и их величина не зависит от толщины сетки. Поэтому при выборе алюминиевой фольги руководствуются простотой обработки и стоимостью. Наиболее подходящей пленкой для конвертов является фольга толщиной 0,01 мм с ровной чистой ровной поверхностью без складок и разрывов.

Для строительства фольга алюминиевая выпускается в рулонах диаметром 8-43 см, толщиной 0,005-0,02 мм и шириной 10-460 мм.

Минеральная ткань - это теплоизоляционный материал, состоящий из лучших стекловолокон, полученных путем распыления заряженных растворов горных пород, таких как металлургические и топливные шлаки, доломиты, мергель, базальт. Длина волокон 2-60 мм. Теплоизоляционные свойства минеральной ткани обусловлены воздушными отверстиями, которые остаются между волокнами. Воздушные отверстия составляют 95% всего каркаса минеральной ткани.

Термические свойства зависят от плотности, толщины волокна, пористости и состава, называемого шариками. Корольками называют минеральные тканевые волокна сферической или грушевидной формы. Коэффициент теплопроводности минеральных тканей составляет от 0,042 до 0,046 Вт / (мСм).

Минеральная ткань занимает лидирующие позиции среди неорганических теплоизоляционных материалов благодаря простоте

производства, неограниченному количеству сырья, невысокой гигроскопичности и невысокой стоимости.

Минусы минеральной ткани для теплоизоляции в том, что при хранении она уплотняется, скручивается, некоторые волокна рвутся и превращаются в пыль. Уложенная на конструкцию минеральная ткань очень низкой прочности должна быть защищена от механических воздействий. Поэтому изделия на его основе используются в строительстве - маты, массивные и полужесткие плиты.

Минеральные маты используются для теплоизоляции внешних преград, а также конструкций с температурой не ниже 400 ° С. При плотности от 100 до 200 кг / м<sup>3</sup> они имеют теплопроводность от 0,052 до 0,062 Вт / (мСм). Воскрешенные маты имеют длину 2 м, ширину 0,9–1,3 м, толщину 0,06 м, используются в строительстве на металлических сетках, стекловолокне, бумаге и крахмальных связующих с тканевым покрытием.

Ковры из минеральной ткани на металлической сетке получают путем сшивания ковров из минеральной ткани на металлической сетке хлопковыми нитками. Маты имеют плотность 100 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность около 0,05 Вт / (мСм) и размер 3x0,5x0,05 м.

Ковры из минеральной ткани с ковровым покрытием из стекловолокна изготавливаются путем сшивания ковра из минеральной ткани из стекловолокна, обработанного в мыльном растворе. Их можно использовать для изоляции конструкций с теплопроводностью 0,044 Вт / (мСм), размером 2x0,6x0,04 м и температурой до 400°С при плотности 125 - 175 кг / м<sup>3</sup>.

Минеральная ткань в крахмальном связующем с бумажной подкладкой имеет теплопроводность 0,044 Вт / (мСм) при плотности 100 кг / м<sup>3</sup>, длине 1-2 м, ширине 0,95-2 м, производимой от 0,04 до 0,07 м до. с шагом 0,01 м.

Теплоизоляционные полужесткие плиты на основе синтетического связующего в основном используются для утепления строительных конструкций в качестве эффективной теплоизоляции облицовки и крыш, в том числе шиферных. Их использование возможно во всех случаях, когда

исключены влажность и деформация утеплителя при эксплуатации.

Полужесткие плиты состоят из минеральных волокон, пропитанных спиртовыми фенольными растворами и затем охлажденных. Плиты из полипропилена производятся с теплопроводностью  $100 \text{ кг / м}^3$  при плотности  $0,046 \text{ Вт / (мСм)}$  длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 0,03 м, 0,04 м и 0,06 м.

Полужесткие плиты на синтетическом связующем (например, карбамид) с последующей термообработкой. Они производятся с плотностью 80 - 100 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводностью  $0,031 - 0,058 \text{ Вт / (мСм)}$ .

Полужесткие плиты на битумном вяжущем изготавливают длиной 0,5 и 1 м, шириной 0,45 и 0,5 м и толщиной от 0,05 до 0,1 м. имеет менее привлекательный внешний вид, чем синтетические связующие.

Теплоизоляционные жесткие минеральные плиты состоят из минеральных тканей и связующих: синтетических, битумных или неорганических - цемента, глины, жидкого стекла. Их готовят путем смешивания минеральных волокон со связующим. Из полученной массы формируются изделия, которые затем подвергаются прессованию и термообработке. В материал добавляют коротковолокнистый асбест для повышения его прочности.

Твердые минеральные плиты на битумном вяжущем с теплопроводностью  $0,042 \text{ Вт / (мСм)}$  производятся размером  $1 \times 0,5 \times 0,06 \text{ м}$ , малой гигроскопичности, высокой водостойкости и малочувствительности к грибкам и вредителям. насекомые

Листы из жесткой минеральной ткани типа РЕ с синтетическим связующим имеют теплопроводность  $0,04 \text{ Вт / (мСм)}$  и доступны в размерах  $1 \times 0,5 \times 0,06 \text{ м}$ , которые могут использоваться для высокопрочной и комбинированной теплоизоляции. кровли и крупнопанельные перекрытия.

Теплоизоляция из минераловолокнистых материалов может применяться в различных зданиях и сооружениях для облегчения кирпичных стен, утепления железобетонных конструкций, металлических полов.

В малоэтажных домах прочность кирпичной кладки используется в среднем на 20%.

Поэтому желательно использовать утеплитель из минеральной ткани с низкой прочностью и высокими теплоизоляционными свойствами.

Добавки для минеральных тканей используются для усиления тепловой защиты железобетонных стеновых панелей, а трехслойные панели имеют гибкие стыки.

Изоляцию из минерального волокна можно комбинировать с асбестоцементным, алюминиевым, стальным листом или водостойким фанерным покрытием для достижения высокого теплоизоляционного эффекта.

Мягкие доски из минеральной ткани называются минеральным войлоком. Выпускается в виде жестких контейнеров или рулонов, завернутых в водонепроницаемую бумагу. Листы минерального войлока производятся поэтапно по 1 м, 1,5 м и 2 м в длину, ширину 0,45 м, 0,5 м и 1 м, толщину 0,05 - 0,1 м и 0,01 м, в битумном связующем используются плиты из мягкой минеральной ткани. для теплоизоляции строительных конструкций. Серьезным их недостатком является то, что войлок при легких нагрузках в первую очередь утолщается под собственным весом. В этом случае происходит резкое увеличение плотности, иногда вдвое, что приводит к снижению его теплоизоляционных свойств.

Строительный войлок изготавливается из тканей животного происхождения с низким содержанием волокон с добавлением растительных волокон и крахмальной пасты. Полученные панели пропитывают 3% раствором фторида натрия и сушат для защиты от моли. Строительный фетр - хороший изоляционный и звукоизоляционный материал, который используют для оштукатуривания стен и потолка, утепления зазоров между дверными и оконными рамами и стеной.

Стекловолокно - это изоляционный материал, изготовленный путем вытягивания расплавленного стекла и состоящий из шелковых, тонких,



гибких белых стеклянных нитей.

Стекловолокно и стекловолочно известны давно. В Древнем Египте стекловолокно использовалось для изготовления украшений. В начале XIX в. В моду вошли украшения для тканей и платьев из стекловолокна, женских головных уборов и галстуков. Страсть к этим тканям была огромной, и в 1940-х годах Императорская фабрика в Санкт-Петербурге запустила производство стекловолокна для жилетов, воротников, цепочек для часов, султанов, перьев и многого другого. Но этими продуктами славилась Вена.

Из-за хрупкости стекловолокна, которое при ношении разбивается на мелкие кусочки, попадает в глаза и раздражает кожу, изделия из стекловолокна вскоре вышли из моды и стали использоваться в лабораториях и в строительстве для защиты стен и полов от влаги. и во всех случаях, когда могут использоваться материалы с низкой теплопроводностью, негорючестью и химической стойкостью.

В настоящее время стекловолокно, несмотря на его низкую плотность (130 кг / м<sup>3</sup> в состоянии покоя) и низкую теплопроводность 0,05 Вт / (мСм) в естественном (чистом, натуральном) виде, практически не существует. Ковры и коврики изготовлены из стекловаты, сшиты асбестом или обернутой стекловолоконной пряжей.

Изготавливаются волокнистые маты длиной 1 - 1,5 м, 0,5 м, 1 м, шириной 1,5 м с теплопроводностью 0,045 Вт / (м оS) и плотностью 350 кг / м<sup>3</sup> толщиной 0,03 - 0,06 м.

Размер (1 - 3) x (0,2 - 0,7) x (0,03 - 0,05) м. Производятся маты из сшитого стекловолокна плотностью 50 кг / м<sup>3</sup> с теплопроводностью 0,044 Вт / ((moS).

Плотность стеклопластиковых плит 50-75 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,046 Вт / (мСм), размеры 1x0,5 (1) x30 (40, 50, 60) мм.

Базальтовый супертонкий стекловолокно БСТВ - это высокоэффективный теплоизоляционный материал с низкой плотностью 17-25 кг / м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,027-0,036 Вт / (мСм). Ковры имеют

лучшую теплозащиту и звукоизоляцию.

Пеностекло - это материал из битого стекла или кварцевого песка, известняка, соды, т.е. материалы, из которых изготавливаются различные виды стекла.

Пеностекло получают путем спекания кокса или порошка известняковой целлюлозы, который выделяет углекислый газ при высоких температурах.

В результате в материале образуются большие отверстия, стенки которых содержат мельчайшие замкнутые микропоры.

Два типа пористости позволяют получить пеностекло с низкой теплопроводностью 0,058 - 0,12 Вт / (мСл), в зависимости от плотности. Он водостойкий, морозостойкий, огнестойкий и очень прочный. Пеностекло используется для утепления стен, потолков, крыш, подвалов и холодильников.

Цементно-волокнистая плита - хороший теплоизоляционный материал, состоящий из смеси древесной щепы (древесного волокна) длиной 20-50 см, портландцемента и воды. Полученную массу формируют, термически обрабатывают и нарезают на отдельные пластины. На специальных машинах опилки из некоммерческих пиломатериалов твердых пород выступают в качестве армирующего каркаса на плитах. Цементно-волокнистые плиты имеют теплопроводность 0,09 - 0,12 Вт / (мСм), длину 2 - 2,4 м, ширину 0,5 - 0,55 м и 5 см М300, 350, 400 и производятся в 500 классах плотности. Толщина 7,5 см и 10 см.

Арболит изготавливается из смеси портландцемента, измельченных опилок, также можно использовать другие виды волокнистого органического сырья - щепу, опилки, огонь. Плиты с теплопроводностью 0,12 Вт / (мСм) и сухой плотностью 500 кг / м<sup>3</sup> толщиной 0,5 м, 0,6 м и 0,7 м длиной 5 и 6 м. Плиты из арболита используются в качестве теплоизоляционных, конструктивно-теплоизоляционных и акустических материалов.

ДСП производятся путем прессования специально подготовленной стружки с жидкими полимерами. Гайки изготавливаются на деревянных

деревянных станках из фанеры и мебели. Плиты представляют собой однородную слоистую структуру, средний слой которой имеет толщину около 1 мм, а внешние слои - 0,2 мм. Для обеспечения биостойкости плит в массу опилок и полимеров входят антисептики (бура, фторид натрия и др.), а также тугоплавкие и гидрофобные вещества. Использование гидроизоляции помогает уменьшить набухание плит под воздействием влаги.

Плиты изготовлены из полимерных пленочных материалов снаружи, пропитанной смолой бумаги, которая защищает их от влаги и истирания. Иногда поверхность плитки покрывают водостойким лаком.

ДСП выпускаются разной плотности - от 350 до 1000 кг / м<sup>3</sup>. Плиты средней (510-650 кг / м<sup>3</sup>) и высокой (660-800 кг / м<sup>3</sup>) плотности используются как строительные и отделочные материалы, низкой (350 кг / м<sup>3</sup>) - как теплоизоляционные и звукоизоляционные материалы. Плиты имеют длину 1,8 - 3,5 м, ширину 1,22 - 1,75 м, толщину 0,5 - 1 см.

ДВП производится из отходов деревообработки, некоммерческой древесины, а также из дров, тростника, дерева или растительного волокна из хлопка. Чаще всего встречаются доски на древесной основе. Древесноволокнистые плиты выпускаются разной плотности - от 250 до 950 кг / м<sup>3</sup>. Жесткие плиты (плотность более 850 кг / м<sup>3</sup>) используются для возведения перегородок, перекрытий, досок, тканей и внутренней мебели.

Для тепло- и звукоизоляции зданий используется древесноволокнистая плита плотностью до 250 кг / м<sup>3</sup> с теплопроводностью 0,07 Вт / (мСм). Они имеют длину 1,2 - 3 м, ширину 1,2 - 1,6 м и толщину 0,8 - 2,5 м.

Лицевая поверхность теплоизоляционных и отделочных плит (плотность 250-350 кг / м<sup>3</sup>) покрывается синтетической пленкой, которую окрашивают другим слоем бумаги или матовой поверхностью под цвет и фактуру дерева.

ДВП - теплоизоляционная древесноволокнистая плита, изготовленная из химически изолированной древесины. При плотности 150 кг / м<sup>3</sup> они имеют теплопроводность 0,055 Вт / (мСм) и используются для теплоизоляции стен, крыш и др.

Торфоизоляционные плиты изготавливаются прессованием из низкофрагментированного торфа с волокнистой структурой. Производится и используется для утепления ограждающих конструкций зданий сухая теплопроводность торфяных плит плотностью 170 и 250 кг / м<sup>3</sup> 0,06 Вт / (м<sup>0</sup>С), длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 30 мм.

Асбестовый картон получают из 4 и 5 видов асбеста, каолина и крахмала. Изготавливается на листовых машинах длиной и шириной 0,9-1 м и толщиной 2-10 мм. Коэффициент сухой теплопередачи составляет 0,157 Вт / (м<sup>0</sup>С).

Древесная щепа получается в результате обработки древесины, мебельного производства, распиловки. Опилки плотностью около 150 кг / м<sup>3</sup> используются в качестве изоляционного наполнителя, а также при производстве арболита, ксилолита, опилок и других строительных материалов.

Отходы пеньки и льна, плотность волокна 160 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,047 Вт / (мСм), используются для герметизации стен и полостей оконных ящиков.

Гипсокартон для отделений имеет огнестойкие, высокие звукоизоляционные свойства, легко поражаются гвоздями. Плиты используются для перегородок в помещениях с относительной влажностью не выше 70%. Гипсовые детали бывают твердые и пустотелые, длиной 0,8-1,5 м, шириной 0,4 м и толщиной 80, 90 и 100 мм.

Гипсокартон - это декоративный материал из гипса, армированного растительными волокнами. Усадочные швы плиты должны пересекаться в отверстиях для колонн. Сухая штукатурка легко режется, не пригорает и хорошо прибивается. Гипсокартон при сгибании трескается. Как и все гипсовые изделия, они разрушаются под действием влаги.

Сухой гипс выпускается на листах длиной 2,5-3,3 м, шириной 1,2 м и толщиной 10-12 мм и применяется для внутренней отделки. Его приклеивают к поверхности стены и потолка специальной мастикой. Швы между плитами

заделываем несжимаемой шпатлевкой.

Гипсобетонные блоки - это местный строительный материал, который используют для облицовки наружных стен малоэтажных домов, где нет других эффективных стеновых материалов.

Гипсобетон изготавливается на основе строительного, высокопрочного гипса или гипсоцементно-пущоланового вяжущего. В его состав входят пористые заполнители - керамзитовый гравий, топливный шлак, а также смесь кварцевого песка и опилок. В зависимости от упаковки гипсобетон имеет плотность 1000-1600 кг / м<sup>3</sup>. Из него изготавливают сплошные и пустотные перегородки.

Гипсобетонные панели изготавливаются из бетона плотностью 1250-1400 кг / м<sup>3</sup>, что обеспечивает хорошую звукоизоляцию смежных помещений. Панели производятся в рулонах или кассетах методом непрерывного формования из смеси равных частей гипса, песка и талька. Панели прочные, имеют отверстия до 6 м, высоту до 3 м, толщину 80 - 100 мм. В зданиях с относительной влажностью воздуха не более 60% допускается использование гипсокартонных панелей без укладки.

### 9. 3. Волокнистые виды теплоизоляционных материалов.

Сегодня проблема энергосбережения актуальна во всем мире, и для ее решения на качественно новом уровне необходимо, прежде всего, повысить энергоэффективность как в промышленности, так и в строительстве. Потолки, перегородки, а также теплоизоляционные материалы на наружных стенах играют важную роль в повышении энергоэффективности жилых и промышленных зданий.

Под теплоизоляционными материалами обычно понимают строительные материалы, предназначенные для теплоизоляции различных помещений, труб, транспортных средств, промышленных зданий и других.

Существует множество теплоизоляционных материалов, которые отличаются друг от друга не только техническими свойствами, но и своей физической природой. Часто теплоизоляционные материалы (или проще говоря теплоизоляция) делятся на два типа: волокнистые и неволокнистые.

Волокнистый утеплитель (минеральная ткань) - один из самых эффективных изоляционных материалов. Под минеральными тканями специалисты часто понимают стеклянные, базальтовые и клинкерные ткани, ведь все перечисленные разновидности производятся из минерального сырья:

стекловолокно изготавливается из песка, соды, известняка базальтовое волокно - габбро-базальтовые минеральные породы и их аналоги: базальт, известняк, диабаз, доломит, глина и другие.

шлаковая ткань - высокошлаковый шлак, побочный продукт обогащения полезных ископаемых.

Технологический процесс производства базальта или каменного волокна основан на плавке камней в печи. После термообработки габбро-базальтовых минералов образуется тонкое волокно, пропитанное специальным связующим, которое затем подвергается термообработке в камере полимеризации, где происходит окончательное формирование продукта. Таким же образом продолжается процесс производства шлакового полотна из шлаков черной и цветной металлургии.

После описанного выше процесса готовая минеральная ткань разрезается на заданные размеры, упаковывается и отправляется потребителю.

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие материалы и изделия называют теплоизоляцией?
2. Сырье, используемое при производстве теплоизоляционных материалов и изделий.
3. Теплоизоляционные материалы и изделия. Основные определения и классификация теплоизоляционных материалов.
4. Состав и основные свойства теплоизоляционных материалов.
8. Основные свойства теплоизоляционных материалов.
9. Какие связующие используются при изготовлении теплоизоляционных

материалов?

10. Виды теплоизоляционных материалов и изделий.

11. В чем преимущества неорганических теплоизоляционных материалов перед органическими?

12. Какие теплоизоляционные материалы получают на основе пластмасс, каковы их свойства и сфера применения?

13. Что такое минеральная ткань и как ее получают?

14. Назовите изделия из минеральных и стеклотканей, опишите их свойства и укажите область применения.

15. Что такое пеностекло и каковы его свойства?

16. Что такое вспученный перлит и для каких целей он используется в строительстве?

17. Что такое ДВП, как его делают и где используют?

### **Дополнительная литература**

1. Рыбьев И. А. «Строительное материаловедение»: - М.: Высш. шк., 2003.- 701 с.
2. Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. «Строительные материалы»: - М.: Стройиздат, 1986.- 688 с.
3. Попов К. Н. «Строительные материалы и изделия»: - М.: Высш. шк., 2002.- 367 с.
4. Ахундов А., Перспективы совершенствования технологии пенобетона. // Строительные материалы - 2002. - №8 с.10.
5. Киреева Ю.И., Лазаренко О.В. Строительные материалы и изделия. Учеб. пособие. - Мн.: Дизайн ПРО, 2001. с. 36.

## ГЛАВА X

---

---

### ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ФАСАДНЫЕ КОНСТРУКЦИИ (СИСТЕМЫ)

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 10.1. Главная Информация

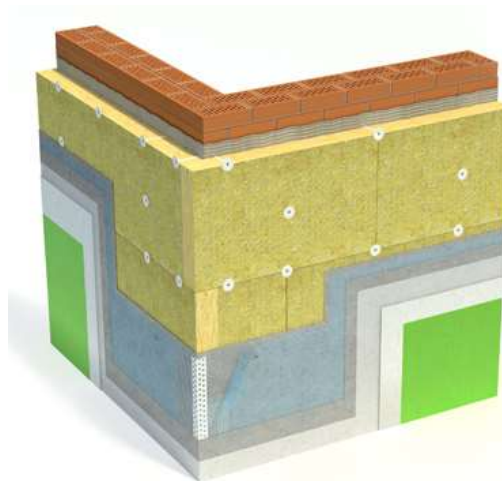
Фасад - внешний вид здания и его наружных стен. В его функциональную нагрузку входит не только формирование внешнего вида здания, но и обеспечение в нем комфорта. Теплоизоляция стен и фасадов - это система, последовательно наносимая на основу стен фасада и связанные между собой слои элементов (бетон, кирпич и т. Д.). Проблема утепления фасадов возникает при строительстве нового жилья, а также при реконструкции построенных ранее зданий, так как потери тепла через стены здания без теплоизоляции составляют до 40%.

В настоящее время существует несколько технологий, выполняющих теплоизоляцию фасадов и стен:

- легкие гипсовые системы теплоизоляции;
- системы тяжелой гипсовой теплоизоляции;
- фасадные системы из слоистого камня;
- Конструкции вентилируемых фасадов.

Гипсовые системы для теплоизоляции фасадов.





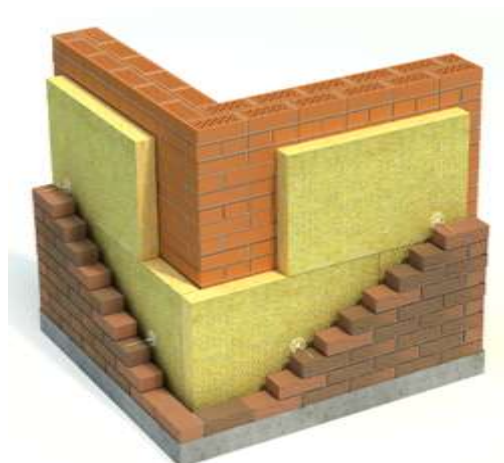
## **10.2. Легкие и тяжелые системы гипсовой изоляции**

В современном строительстве легкие гипсовые системы для теплоизоляции стен очень популярны и эффективны благодаря невысокой стоимости (по сравнению с тяжелыми). Такие гипсовые системы представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из слоев стекла, покрытых полимерцементным клеем, теплоизоляции, армированного, затвердевшего, полимерцементного слоя и декоративного покрытия (гипс, краска). Важным преимуществом легких гипсовых систем является использование только экологически чистых материалов. Специалисты отмечают, что основным недостатком утепления фасада является необходимость выполнения «мокрых» работ, ведь утепление такого стенового фасада возможно только при определенных погодных условиях. Например, зимой сложно утеплить стены таким способом.

## **10.3. Системы утепления из тяжелого гипса**

Тяжелые гипсовые системы - это системы утепления фасадов с подвижными креплениями теплоизоляции и слоем гипса в диапазоне 20-30 мм (до 50 мм). Отличительная черта тяжелых гипсовых систем - особая работа стены и слоя утеплителя. Это положительно сказывается при изменении погодных условий - меньше деформаций в декоративном покрытии фасадного утеплителя. К преимуществам тяжелых гипсовых систем можно отнести менее жесткие требования к качеству пола и

плотности применяемой теплоизоляции. Этот способ утепления также считается «мокрым».

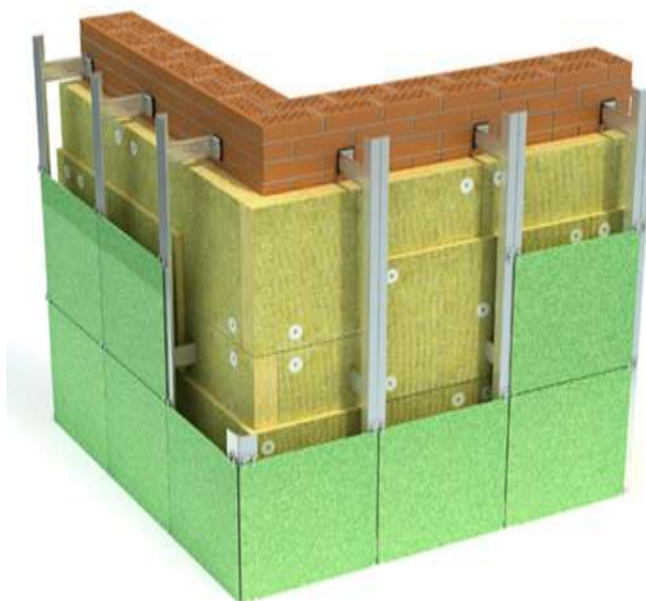


### **Фасадные системы из слоистого камня**

В фасадных системах из слоистого камня изоляция включается в окружающие конструкции. Первый слой, который представляет собой несущую стену (кирпич, дерево, бетон, панель и т. Д.), Второй слой фасадного утеплителя, последний третий (лицевой слой), чаще всего керамический, силикатный или клинкерный кирпич. Такие фасадные системы легкие и относительно недорогие.

### **Конструкции вентилируемых фасадов.**

Навесные вентилируемые фасады представляют собой трехэтажную систему с воздушной прослойкой, в которой в качестве наружной стены используются облицовочные материалы. Вентилируемый фасад состоит из следующего ряда конструкций: наружная стена, утепляющий слой стены, пароизоляция, подсистема крепления и декоративный фасад. Сегодня это самый популярный фасадный утеплитель.



Воздушный зазор между слоем теплоизоляции и декоративной панелью обеспечивает удержание тепла, а также вентиляцию и конструкцию стен, а также удаление влаги из атмосферы.

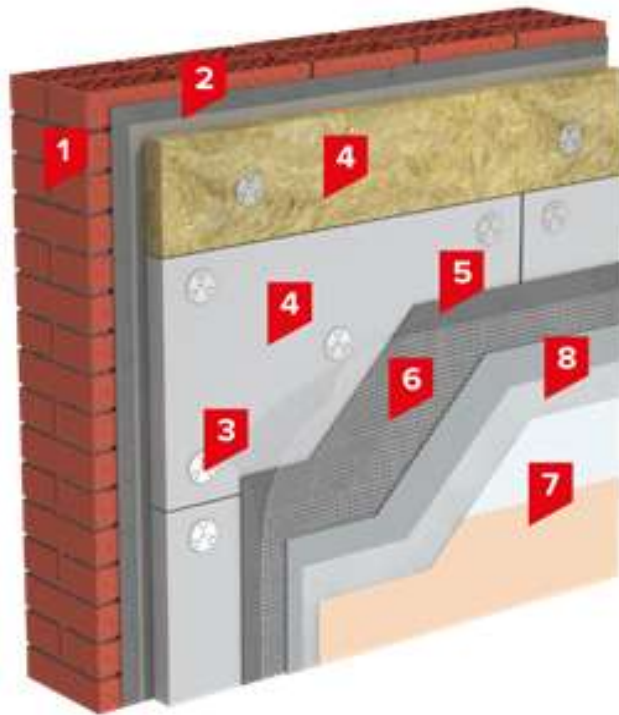
К достоинствам навесных вентилируемых фасадов можно отнести: длительный срок эксплуатации без обслуживания, возможность сглаживания неровностей стены, а также возможность монтажа в зимний период. К недостаткам можно отнести высокую стоимость системы из-за дороговизны утепления стен, которая составляет до 70% от стоимости всей системы.

### **Виды фасадных систем по типу конструкции.**

Фасадные композитные теплоизоляционные системы (СФТК)

СФТК - это набор слоев, расположенных непосредственно на внешней поверхности наружных стен зданий, включающий клеевой слой, слой теплоизоляционного материала, штукатурку и защитно-декоративные слои.

СФТК - набор материалов и изделий для установки на сборные поверхности при строительстве, ремонте и реконструкции зданий или сооружений на строительной площадке, а также комплекс технических и технологических решений, определяющих правила и порядок монтажа СФТК. Основные элементы системы:



1. Цоколь (стена)
2. Клеевой состав для приклеивания теплоизоляционного материала.
3. Комплект механических зажимов для дополнительного крепления теплоизоляционного материала к основанию.
4. Теплоизоляционный материал (рок-хлопок или пенополистирол).
5. Основной гипсовый состав, из которого регулируются гипсовые слои.
6. Укрепление стеклопластиковых сетей.
7. Отделочные и (или) лакокрасочные материалы.
8. Специальные пропиточные и упрочняющие составы (грунтовки), наносимые на один или несколько слоев и наносимые на основу и пропитку.
9. Прочие конструкционные изделия, в том числе начальные и конечные профили, а также краевые элементы обрамления зоны монтажа системы, угловые профили, уплотнительные линии, уплотнители и другие специальные изделия.

Гипсовые фасады с пенополистиролом разрешены к применению во всех степенях огнестойкости высотой до 75 м и во всех классах конструктивной и функциональной пожарной опасности, кроме дошкольных учреждений, специализированных домов для престарелых и инвалидов. -квартира),

больницы, школьные общежития - школы-интернаты и детские учреждения и школы, внешкольные образовательные учреждения, средние специальные учебные заведения, профессиональные училища.

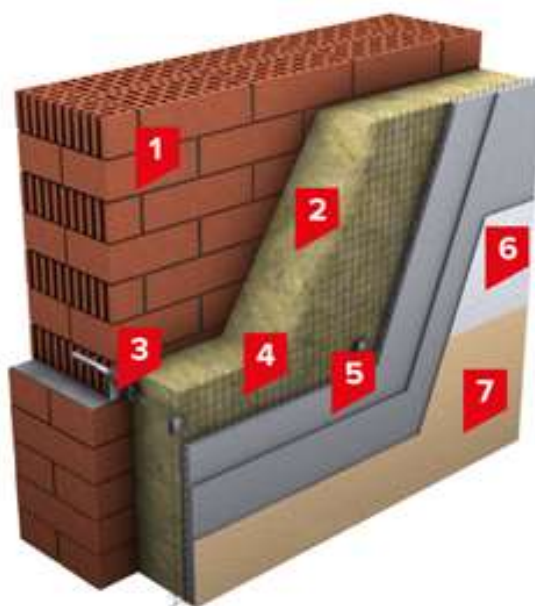
Кроме того, к фасадным системам с утеплителем из пенополистирола предъявляется дополнительное требование пожарной безопасности - выполнение при монтаже специальных противопожарных магистралей из негорючей базальтовой минеральной ваты, предотвращающей распространение огня внутри утеплителя.

Устанавливаются такие вырезы в виде обрамления оконных и дверных блоков, а также в виде межэтажных, начальных и торцевых уплотнителей.

#### Толстые гипсовые фасадные системы

Система представляет собой набор слоев непосредственно на внешней поверхности наружных стен зданий, включающий клеевой слой, слой теплоизоляционного материала, штукатурку и защитно-декоративные слои.

Системные элементы:



1. Цоколь (стена)
2. Уложенный на несущий фундамент теплоизоляционный материал.
3. Стальной анкер
4. Стальная сетка.
5. Выравнивающий слой.

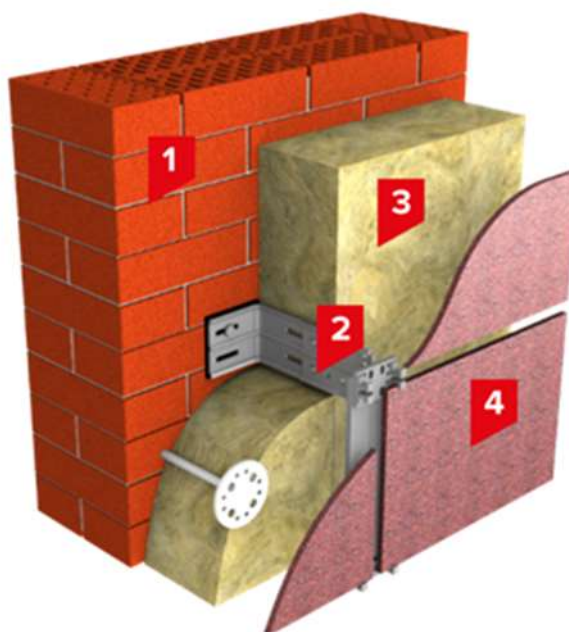
6. Защитно-декоративный слой.

7. Краска

Системы вентилируемых фасадов.

Навесные системы утепления фасадов с вентиляционными зазорами представляют собой погодозащищенные конструкции с навесной облицовкой, устанавливаемой на кронштейны подконструкции с образованием воздушного канала между облицовкой и утеплителем.

Основными элементами NVFS являются:



1. Цоколь (стена).

2. Несущая подсистема. Несущая подсистема - это набор изделий в виде кронштейнов, профилей, креплений, которые крепятся к стене и служат основой для крепления противоположных панелей. Навесной каркас вентилируемого фасада состоит из металлических скоб, шляпных Г-образных и Z-образных профилей. Каркас устанавливается так, чтобы между поверхностью стен и слоем облицовки оставался зазор шириной от 50 до 300 мм. Опорные подсистемы изготовлены из металла, наиболее распространенными являются подсистемы из оцинкованной стали, алюминия и нержавеющей стали.

3. Слой теплоизоляции. В системе NVFS используются специальные

разновидности плит из минеральной ваты, которые обеспечивают длительную работу в условиях NVFS для обеспечения теплоизоляции. В зависимости от площади застройки теплоизоляция может выполняться в один или два слоя.

Примечание. Благодаря тому, что система имеет вентилируемое пространство между панелями облицовки и теплоизоляционным материалом, во время работы в этом пространстве создается давление, на которое влияет воздушный поток, движущийся снизу вверх по пространству. верхний слой теплоизоляционных плит.

4. Покрытие. В качестве облицовочных материалов системы можно использовать различную плитку, керамику, керамогранит, фиброцемент, стекло, а также металлические и полимерные фасадные панели (сайдинг) из натурального камня.

Подвесные системы с воздушными зазорами используются в строящихся зданиях и при ремонте различных конструктивных систем высотой до 75 м на следующих участках и строительных площадках с разным уровнем ответственности:

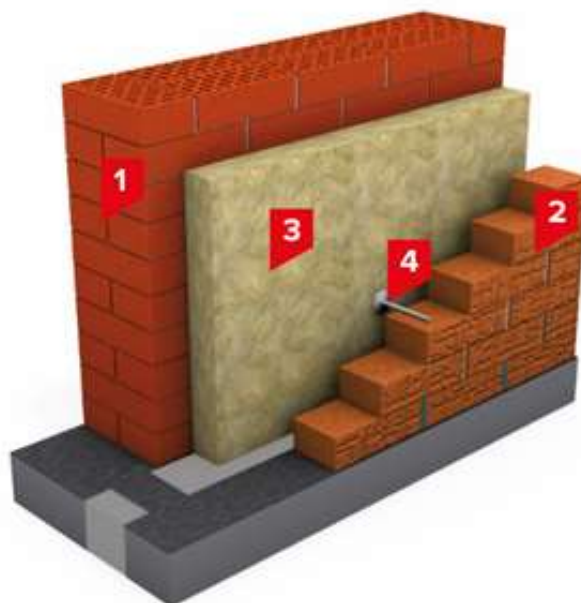
- Применяется к разным ветровым зонам согласно СП 20.13330.2011 с учетом расположения, высоты и конструктивных особенностей строящихся зданий и сооружений, а также типа рельефа;
- В нормальных геолого-геофизических условиях;
- в засушливых, нормальных и влажных зонах по СП 50.13330.2012 с разными температурно-климатическими условиями по СП 131.13330.2012;
- Неагрессивен согласно СП 28.13330.2012, с средой от умеренной до умеренно агрессивной.

Многослойная (колодезная) кладочная система.

Слоистая (колодезная) кладка представляет собой трехслойную конструкцию.

Основными элементами системы являются:





1. Цоколь (стена).

2. Контур кладки (колодец). Камни из мелких кусочков материала, особенно керамического кирпича, пористой керамики, пенобетонных блоков. Кладка образует периметр построек и выполняется по двум контурам, один из которых несущий и, как правило, большей толщины, а другой - фасадный и кирпичный. Таким образом, два контура стены образуют колодец одного типа.

3. Теплоизоляционный материал. Пространство между кладкой заполняется теплоизоляционным материалом из минеральной ваты или пенополистирола. Плиты из каменной ваты укладываются в один слой так, чтобы один конец плиты приходился на другой.

4. Гибкие коммуникации. Для стабилизации состояния теплоизоляционного материала внутри стены используются гибкие соединения, с помощью которых материал прижимается к внутренней части стены и не может смещаться при укладке следующих слоев теплоизоляции.

Системы наружной изоляции из кирпича могут использоваться с разной степенью ответственности на следующих участках и строительных площадках при строительстве зданий и при ремонте различных структурных систем высотой до 75 м:

- Применяется к разным ветровым зонам согласно СП 20.13330.2011 с

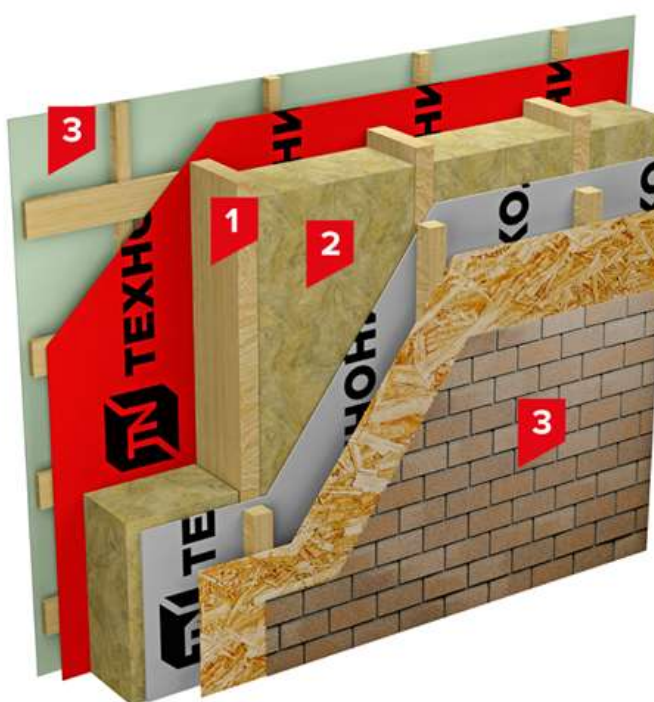


учетом расположения, высоты и конструктивных особенностей строящихся зданий и сооружений, а также типа рельефа;

- В нормальных геолого-геофизических условиях;
- в засушливых, нормальных и влажных зонах по СП 50.13330.2012 с разными температурно-климатическими условиями по СП 131.13330.2012;
- В неагрессивной, слабо- и умеренно агрессивной среде согласно СП 28.13330.2011.

Системы покрытия каркаса (КОС)

Каркасная конструкция состоит из трех основных элементов:



1. Каркас (металл, дерево или железобетон)
2. Теплоизоляция.
3. Внешнее и внутреннее покрытие (покрытие).

В качестве каркаса используется сокращенный стержневой каркас: двутавровые балки из деревянных брусков и легкие стальные профили с центральной перемычкой или терморезками из OSB (так называемый «термический профиль»).

Такие системы обычно используются в летних и малоэтажных домах высотой не более 9 м.

Фасадные сэндвич-панели изготавливаются из металло-бетонной облицовки и сердцевины из эффективного теплоизоляционного материала.

Сэндвич-панели представляют собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух оцинкованных листов (облицовки) из профилированного металла (толщиной 0,5 мм), между которыми находится изоляция (толщина 40-200 мм). Металлические пластины с обеих сторон защищены антикоррозийным полимерным покрытием, которое может быть выполнено из компаундов на основе полиэстера (PE), полиуретана (PUR), поливинилхлорида (PVC) и т. Д. Изоляция пластин выполнена с использованием полиуретана. клей. В качестве утеплителя можно использовать минеральную вату, экструдированный пенополистирол, пенополиуретан.

#### Фасадные системы

Фасадные системы - это технологии отделки фасадов зданий, предназначенные для защиты несущих конструкций и поверхностей от внешних воздействий. Кроме того, это уникальная система, все ее элементы и детали специально подобраны, что обеспечивает долгосрочное сотрудничество всех компонентов.

В соответствии с требованиями нормативных актов и законодательства Российской Федерации традиционные строительные материалы (железобетон, кирпич, пенобетон, газосиликат, древесина) для обустройства фасадов зданий не могут обеспечить требуемого термического сопротивления. однослойная ограждающая конструкция. Это достигается только в многослойной закрытой конструкции, где в качестве утеплителя используется эффективный теплоизоляционный материал.

#### Типы используемых фасадных систем

В зависимости от того, какой тип последующей теплоизоляционной защиты используется в системе утепления фасада, на фасаде различают два типа систем теплоизоляции: послойная защита утеплителя гипсовыми слоями (гипсовые фасадные системы) и с применением. элементы конструкции,

образующие защитно-декоративный экран, отделенный от изолированного воздушного пространства (навесные фасады).

СФТК (мокрые фасады) - композитные фасадные системы утепления с наружным гипсовым покрытием. Прикрепите теплоизоляционный материал к существующей стене с помощью клея и дюбелей, затем нанесите тонкий слой гипса (армирующего и декоративного) на пластиковую сетку и специальные аксессуары. Системы теплоизоляции фасадов позволяют использовать в покрытии клинкер вместо декоративных отделочных штукатурок. Затем клинкер приклеивается к клею.

Это ключевые технологии, которые использует Bau-Group. Наша специализация позволяет нам ежегодно реализовывать интересные и сложные проекты в области систем теплоизоляции фасадов жилых и офисных зданий.

Подвесные системы теплоизоляции фасадов зданий с воздушными зазорами - от облицовочных материалов (керамогранит, композиты, фиброцементные плиты, клинкер и др.) И от несущих конструкций (подконструкции) для их крепления к стене) конструкций. имелось защитно-декоративное покрытие и воздушный зазор в стене. Между стеной и облицовкой устанавливается слой теплоизоляции, обеспечивающий дополнительную изоляцию внешних конструкций. В этом случае между обшивкой и теплоизоляцией оставляют вентиляционный зазор. Конструкция черного пола крепится как к несущей, так и к самонесущей (каркасный вариант) стене из бетона, кирпича и других материалов.

Все вышеперечисленные фасадные системы открывают доступ к сложному набору специальных материалов. Произвольная замена хотя бы одного элемента системы, а также несоблюдение технологии в процессе производства может негативно сказаться на функциональной целостности теплоизоляции и ее соответствии требуемым параметрам потребительских характеристик.

Цели использования фасадных систем:

- Обеспечьте необходимое сопротивление теплопередаче для всех типов строительных ограждающих конструкций.

Возможность использования легких корпусов без потери термостойкости. То есть в утеплении фасада допускаются тонкие стены, потому что они выполняют функцию несущих, а утеплитель не допускает потерь тепла. Кроме того, стены будут легче, а значит, снизятся затраты на рабочую силу и материалы для возведения фундамента.

- Эффективная экономия энергии и тепла системой утепления фасада.

Снижение затрат на энергопотребление. Уменьшите расходы на отопление и кондиционирование воздуха.

- Увеличить полезную площадь интерьера здания.

Использование легких ограждений увеличивает полезную площадь зданий, одинаковую площадь здания, что влияет на экономическую целесообразность использования СФТК.

- Отсутствие термических деформаций несущей стены.

Изоляция ощущает резкие изменения наружной температуры. Температура воздуха в помещении распределяется равномерно, в результате улучшается микроклимат.

- защита зданий от заболачивания.

Конденсированная влага внутри системы внешней теплоизоляции фасада быстро испаряется, не заболачивая конструкцию.

- Панельное строительство решает проблему защиты швов между панелями.

При установке влажного фасада стыки между панелями закрываются на 100%. Нет проблем с гидроизоляцией стыков между панелями и потерей тепла через них. Нет необходимости время от времени ремонтировать швы, они не рвутся, потому что система изолирует и защищает их от воздействия различных атмосфер и температур.

- Системы теплоизоляции фасадов значительно повышают звукоизоляцию внешних стен.

- Большой выбор цветов, фактур, объемных пластиковых решений.

Место вдохновения для архитекторов и дизайнеров. Наряду с фактурой и цветовым решением стен можно использовать самые разные архитектурные детали.

- Стандартный срок службы систем 25-30 лет.

Отличия двух систем теплоизоляции фасадов зданий:

Система наружной теплоизоляции по технологии «Фасадная гипсовая система» применяется практически для всех окружающих конструкций: монолитного, пенобетона и сборного бетона, различных видов кирпича, влагостойкой и ламинированной фанеры, OSB, ДСП и других.

Использование вентилируемых фасадов ограничено из-за веса системы (конструкции облицовки и облицовки). Прежде чем определиться с технологией утепления дома, необходимо провести специальные испытания и замеры.



Также отметим исключительную возможность установки «мокрых» фасадов на ослабленные поверхности (нестандартный пенобетон, хрущевские пятиэтажки, старая кирпичная кладка и т. Д.).

В отличие от вентилируемых фасадов на отделочной поверхности между отделочными панелями нет швов. Поверхность фактурная, гладкая, без схем и линий, без армирующих и декоративных углов, технологических деталей,

отверстий и выступов.

Стоимость системы теплоизоляции фасада из тонкого гипсокартона намного ниже по сравнению с другими фасадами (вентилируемыми и прозрачными).

Дополнительным преимуществом теплоизоляции тонких гипсовых стен является богатая гамма индивидуальных цветовых и фактурных решений, заплаточная изоляция, а также возможность дальнейшего ремонта фасада.

В отличие от других видов систем утепления, «мокрый фасад», как и традиционная штукатурка, разнообразит замысловатый декор фасада архитектурными деталями, как мелкими и шляпными, так и крупными: колонны, рустики, позволяет оконные рамы.

При всех своих достоинствах эта гипсовая система имеет один существенный недостаток - температура на фасаде не ниже +5 градусов. Однако каждую зиму «Бау-Групп» утепляет фасады зданий общей площадью от 1000 м<sup>2</sup> до 6000 м<sup>2</sup>. В отопительном контуре, но мы его утепляем. Это требование, и погодные условия не препятствуют установке композитной системы теплоизоляции фасада с внешними гипсовыми слоями.



Эта технология представляет собой особую конструкцию, которая позволяет защитить стены вашего дома от промерзания, преждевременного разрушения и попадания влаги. Внешняя теплоизоляция имеет значительное преимущество перед внутренней изоляцией, так как, утепляя внешние стены, вы можете значительно

экономить на электричестве, древесине или других видах топлива, используемых для обогрева жилого дома.



Сложность выбора системы внешнего утепления заключается в том, что существует несколько видов и каждый из них так или иначе выполняет определенные функции. Выбор подходящей теплоизоляции может вызвать определенные проблемы для покупателя, поскольку эффективность всей системы теплоизоляции зависит от ее надежности и долговечности.

Основные преимущества системы внешнего утепления.

Помимо поддержания комфортного микроклимата в доме, эта технология включает в себя следующие функции, которые могут стать решающим критерием в вашем выборе:

- Свести к минимуму воздействие на окружающую среду. Системы наружной теплоизоляции надежно защищают стены от перегрева, резких перепадов температур и переохлаждения, что предотвращает преждевременное появление трещин и дефектов в виде очищенного гипса. К тому же такая конструкция очень устойчива к дождю и сильному ветру.

- Надежная защита от конденсата и устранение «мостиков холода». Наличие внешнего утеплителя помогает защитить внутреннюю часть стен

от активной конденсации воздуха. Ваш дом будет равномерно обогреваться со всех сторон, а холодные зоны будут менее заметны или вообще исчезнут.

- Идеально ровная поверхность. При соблюдении всех необходимых рекомендаций по устройству внешней теплоизоляции можно значительно улучшить внешний вид своего дома с минимальными затратами времени и денег. Даже если в каменной конструкции есть дефекты, которые сложно удалить, их всегда можно спрятать под плотным слоем утеплителя.

- Отличные характеристики поглощения звука и шума. Решив установить системы наружного утепления, вы также сэкономите на установке систем утепления. Правильно подобрав теплоизоляцию для дома, вы создадите комфортную среду без уличного шума.

- Длительный срок службы. Если существенно не экономить на теплоизоляционных материалах, можно без ремонта пользоваться этой технологией 30 лет. В некоторых случаях системы наружной изоляции дома могут прослужить до полувека.

Какие системы внешней изоляции доступны в доме сегодня?

На самом деле существует несколько схожих технологий, поэтому, если вы не хотите, чтобы вас обманули и заставили купить подходящую изоляцию для своего дома, вам следует обратиться в соответствующую компанию, которая специализируется на установке и выборе систем теплоизоляции. необходимые материалы и элементы. В этой статье мы рассмотрим только основные виды внешнего утепления в вашем доме:

Теплоизоляционная плита

От прочности этой системы зависит не только эффективность установленной теплоизоляции, но и ее долговечность. В этом случае нужно определиться со способом монтажа утеплителя, который может быть двух видов:

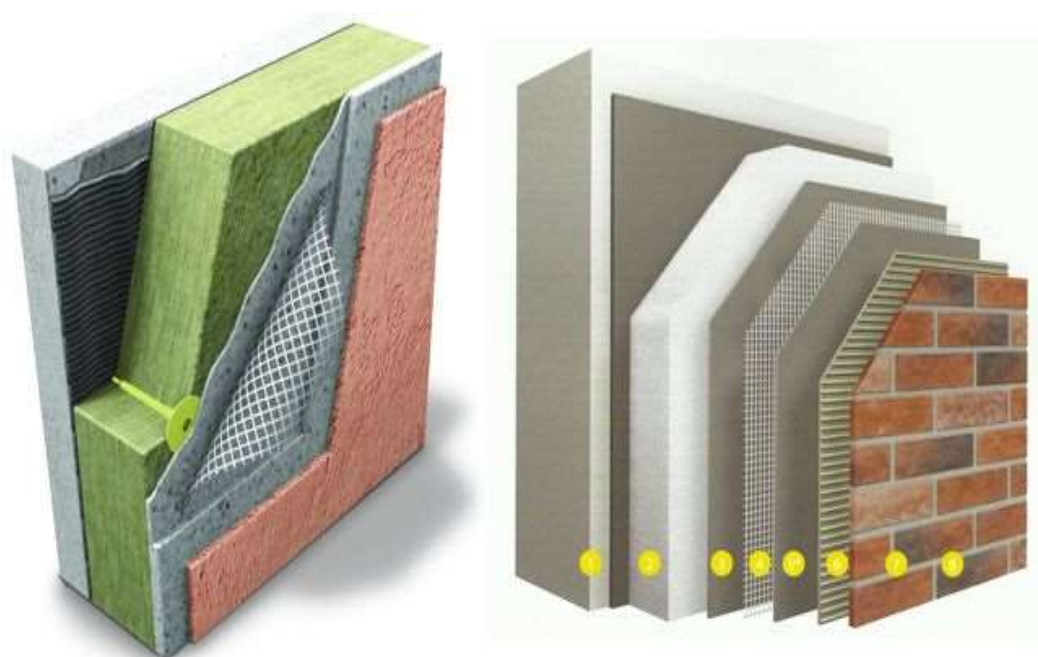
Коммуникация. Для этой технологии характерны многослойные и



неоднородные материалы. В состав таких систем теплоизоляции, как правило, входит пеностекло, минеральная вата, а также качественный пенопласт. Последний слой утеплителя - очень тонкий декоративно-отделочный слой. Этот метод еще называют «мокрым фасадом» и его основными преимуществами являются возможность повышения огнестойкости и уменьшения толщины наружных стен. Кроме того, такие системы теплоизоляции делятся на тяжелые и легкие. Делается вывод, что в первом случае основной вес конструкции приходится на металлическую арматурную сетку, а во втором - на сам утеплитель, что является более точным решением.

Связанный. Этот метод имеет ряд преимуществ, которые в некоторых случаях могут показаться вам более полезными, чем первый вариант. У навесных систем наружного утепления дома срок службы намного больше и вам не придется тщательно готовить основание при их установке. К тому же этот вид теплоизоляции можно устанавливать в любое время года. К тому же такой подход позволяет реализовать самые смелые архитектурные решения с использованием стекла, металла и даже натурального камня.

Каждый тип систем внешней теплоизоляции фасадов имеет свои особенности и должен учитываться на этапе проектирования. Помимо вышеперечисленных способов, можно использовать современные технологии, такие как термопанели и сайдинг, которые имеют очень богатую цветовую гамму.



Вот несколько советов, которые помогут выбрать подходящий утеплитель.

При покупке этого строительного материала следует учитывать не только толщину и материал стены, но и архитектурные особенности вашего дома, а также его размеры. >

Однако следует учитывать, что отдельный дом требует большей теплоизоляции, чем здание, прилегающее к другим постройкам. Это правило касается не только размера материала, но и его плотности. Чем выше второй, тем лучше.

Признаны такие виды утеплителей, как минеральная вата и пенополистирол, которые являются наиболее доступными по цене и качеству. Оба устанавливаются в виде плит. Однако для первого типа характерна повышенная паропроницаемость, при этом пенополистирол защищает внешние стены от образования грибка, негативного воздействия химикатов и скопления влаги. По статистике, в последние три года современные покупатели отдают предпочтение пенополистиролу.

Рекомендации по установке систем внешнего утепления в доме

Если вы хотите самостоятельно выполнить монтаж выбранной

теплоизоляции без помощи специалистов, советуем учесть несколько особенностей, которые позволят избежать серьезных ошибок в монтажных работах:

- На каждом этапе монтажа внешней теплоизоляции фасадов следите за тем, чтобы поверхность была не только чистой, но и ровной. Даже самые мелкие недоработки могут негативно сказаться на эффективности всей системы.

- Если в качестве утеплителя используется минеральная вата, этот материал следует дополнительно закрепить дюбелями с оцинкованными концами.

- При нанесении и высыхании гипсового слоя необходимо строго соблюдать оптимальный температурный режим от + 50С до + 250С.



### **Контрольные вопросы**

1. Легкие и тяжелые системы гипсовой изоляции.
2. Системы утепления тяжелым гипсом.

### **Дополнительная литература**

1. Рыбьев И. А. «Строительное материаловедение»: - М.: Высш. шк., 2003.- 701 с.
2. Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. «Строительные материалы»: - М.:

Стройиздат, 1986.- 688 с.

3. Попов К. Н. «Строительные материалы и изделия»: - М.: Высш. шк., 2002.- 367 с.
4. Ахундов А., Перспективы совершенствования технологии пенобетона. // Строительные материалы - 2002. - №8 с.10.
5. Киреева Ю.И., Лазаренко О.В. Строительные материалы и изделия. Учеб. пособие. - Мн.: Дизайн ПРО, 2001. с. 36.

---

### ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ (СИСТЕМЫ)

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 11.1. Главная Информация

Энергосберегающая структура i-glass (или Low-E Glass) - это уникальное стекло, которое получается путем напыления нескольких слоев различных химических соединений на стеклянную основу под вакуумом, что радикально меняет свойства исходного стекла. Обычно используется следующая схема напыления: оксид-оксид металла. Основную роль играет металл, часто серебро, толщиной от 10 до 15 нанометров. В этом случае слоев может быть больше трех.

Благодаря металлическому слою i-стекло имеет главное преимущество - низкую теплопроводность, то есть ультратонкая металлическая пленка действует как экран для теплового излучения. Для сравнения: у обычного стекла коэффициент теплопроводности составляет 0,83, а у i-стекла не превышает 0,1.

Энергосберегающие окна - Заказав Plastok Plastok для установки энергосберегающих стеклянных окон, вы можете повысить комфорт своей квартиры или офиса, при этом значительно снизив потребление энергии. Подробную информацию о сроках и стоимости изготовления энергосберегающих окон i-glass можно узнать по телефону +7 (495) 925-07-10 или в одном из наших офисов продаж.

Единственный недостаток такого покрытия - невысокая стойкость. Но эта проблема решается еще на этапе изготовления стеклоблока - напыленная

сторона стекла открывается внутрь конструкции, поэтому она не контактирует с окружающей средой и не оказывает физического воздействия.

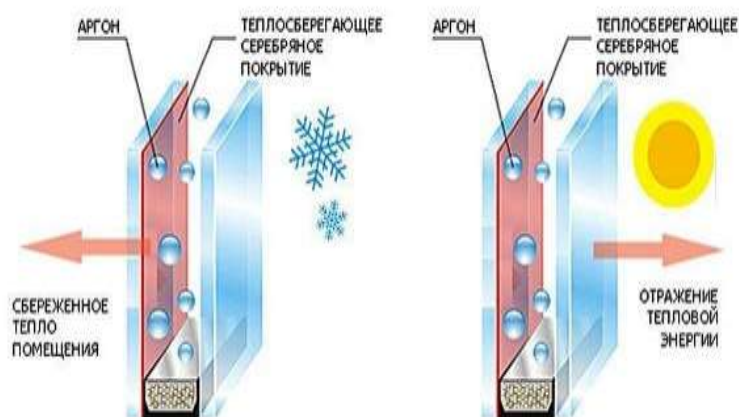
Обычные стеклопакеты не могут служить альтернативой конструкциям из i-glass. Во-первых, простое стекло пропускает любое излучение, а i-glass свободно пропускает коротковолновое излучение и задерживает длинноволновое излучение, тем самым поддерживая оптимальный температурный режим в помещении. Во-вторых, стеклопакеты по весу намного превышают вес однокамерных блоков с двутавровым стеклопакетом, что существенно влияет на срок службы оконной фурнитуры.

Современный и высокотехнологичный оконный материал обладает рядом полезных свойств и подходит для установки в любом доме или офисе. Стеклопакеты I-стекла помогают создать в помещении комфортную атмосферу, при этом существенно снижая энергозатраты.

## **11.2. Энергосберегающее стекло.**

Эффективное энергосберегающее стекло сводит к минимуму использование искусственного обогрева и охлаждения в здании, что приводит к экономии энергии. Обычное стекло может вызвать потерю до 40% энергии через ваши окна. За последние 25 лет технический прогресс привел к созданию тепло- и холодоизоляционных стекол, которые в четыре раза лучше обычного стекла. Но знаете ли вы, как выбор параметров влияет на энергоэффективность окна? Профессионалы Eraglass всегда готовы поделиться со своими учениками полезной информацией. Энергосберегающие окна - смотрите нашу статью о том, как они производятся и где используются, чем они хороши и их недостатки и что с ними делать. Особенности энергосберегающих окон Неэффективная конструкция окон и неправильная установка могут значительно увеличить энергопотребление здания. С другой стороны, можно получить большие преимущества за счет повышения энергоэффективности стеклопакета. Главное знать, какие обновления принесут вам наибольшую пользу без

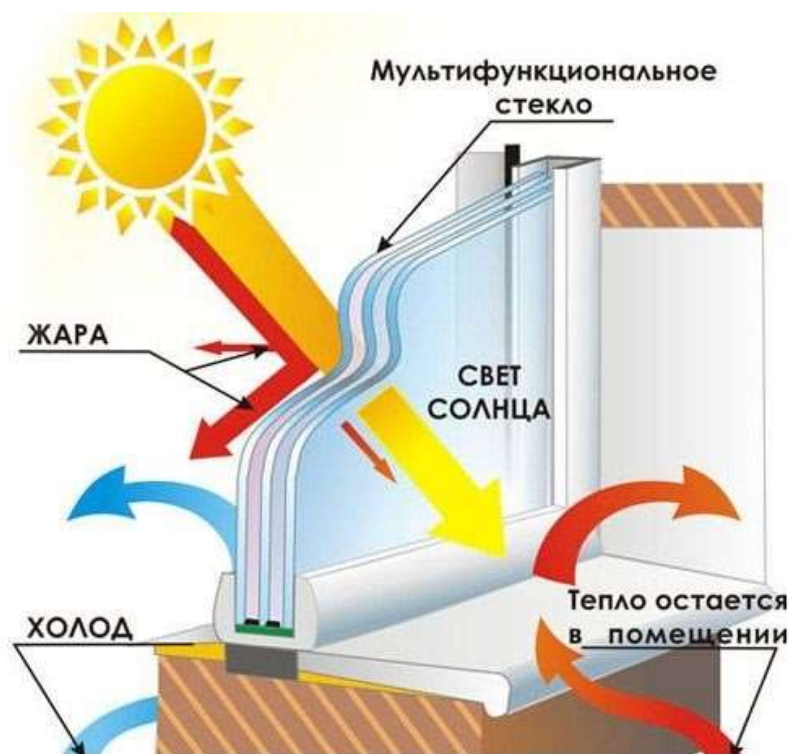
ущерба для вашего дохода. Следует учитывать четыре фактора: структуру; бутылка; дизайн; горячий монтаж. Eraglass предлагает самые инновационные решения по энергосбережению, стандартизированные Госстандартом Украины ДСТУ Б В.2.6-15: 2011, ДБН В.2.6-31: 2016 и разработанные для конкретных типов климата в Украине. Есть несколько факторов, которые могут сэкономить энергию ваших окон. Окно энергоэффективно в следующих случаях: несколько полотен (с двойным или тройным остеклением); качественная оконная рама; специальные низкоэмиссионные покрытия (типа К или I); заполнение камер аргоном или криптоном; и уплотнения из высококачественных материалов. Все эти комбинированные меры помогают создать идеальное окно с энергосберегающими свойствами. Преимущества Установка энергосберегающих стеклопакетов окажет на Вас следующие положительные эффекты: Поддержка Государственной программы «Горячие кредиты»; снижение затрат на электроэнергию; пониженная конденсация и отсутствие льда; низкий уровень шума; исключить теплопотери через стекло и сквозняк; менее тусклая мебель с уменьшением ультрафиолетового излучения на 75%. Приобретая такие окна, вы внесете свой вклад в защиту окружающей среды. Сократится потребление природных ресурсов, используемых для производства тепла. Выбросы парниковых газов, которые способствуют изменению климата, также сокращаются. Недостатки Единственный недостаток энергосберегающих окон - это цена - они дороже других. Однако деньги, сэкономленные на отоплении и кондиционировании, быстро окупятся.



**Рисунок 11.1. Энергосберегающее стекло.**

Как сделать энергосберегающие окна. Широко используются два типа стекла с модифицированными отражающими свойствами, улучшающими теплосберегающие свойства стеклопакета: К-стекло (Low-E) имеет практически невидимое твердое покрытие. оксид металла, расположенный на внутренней панели стеклопакета. Это покрытие позволяет солнечному свету проникать в ваш дом, отражает тепло внутри комнаты и защищает ее от холода. I-glass (Double Low-E) - более современная технология. Отражающий слой (с серебром, титаном), образующий мягкую пленку, наносится методом вакуумного напыления. Теплоизоляционные свойства I-стекла почти в полтора раза выше, чем у К-стекла. Как правило, для получения желаемого эффекта достаточно одного специального стекла с защитными свойствами. Тогда остальное может быть стандартным.





**Рисунок 11.2. Энергосберегающее стекло.**

40-50% тепловой энергии теряется через прозрачные конструкции фасадов зданий, что приводит к удорожанию обеспечения комфортных условий внутри зданий. Энергосберегающее (низкоэмиссионное) стекло снижает потери энергии за счет значительного уменьшения теплового излучения: замена 1 м<sup>2</sup> обычного стекла на 1 м<sup>2</sup> стекла энергосберегающим стеклом снижает выбросы углекислого газа на 91 кг в год.

Энергосберегающие очки по принципу действия делятся на три типа:

экономия тепла;

защита от солнца;

комбинированный (защита от солнца и теплосбережение).

Стекло теплосберегающее

Теплосберегающие очки еще называют очками для слабого освещения. Коэффициент излучения - ключевой показатель способности стекла отражать тепловое излучение. Чем ниже уровень излучения, тем эффективнее материал отражает тепло.

Очки с низким коэффициентом излучения работают как термос и

сохраняют тепло в комнате. Они обладают высоким светопропусканием и прозрачностью и в то же время обеспечивают высокие показатели теплоизоляции, возвращая тепловую энергию в комнату. Стекла с низким коэффициентом излучения производятся путем нанесения покрытия из оксида металла на плавающее стекло, которое снижает количество энергии, излучаемой стеклом из-за этого покрытия. При производстве низкоэмиссионного стекла используются два типа покрытий. Пиролитические покрытия из оксидов металлов наносятся на прозрачное и цветное стекло в процессе производства на флоат-линии. Магнетронные покрытия из металлов или оксидов металлов наносят на стекло под воздействием электрохимических процессов в условиях высокого вакуума в специальных устройствах. Они менее устойчивы, чем пиролитики, поэтому размещены внутри стеклопакета.

В отличие от обычного стекла, которое излучает накопленную энергию с одинаковой интенсивностью, интенсивность излучения из низкоэмиссионного стекла значительно ниже, что позволяет снизить потери тепла. Так, простой стеклопакет позволяет в комнату пропускать около 70% всего солнечного света, попадающего в оконную раму, а однокамерный стеклоблок с энергосберегающим стеклом Planibel Top N + - около 64%. Низкоэмиссионный стеклопакет Planibel Top N + позволяет снизить этот показатель до 58%.



**Рисунок 11.3. Солнцезащитные Очки**

Здания с большими застекленными поверхностями или комнаты с окнами, выходящими на юг, получают много солнечного света. Солнечное излучение, попадающее в здание, касается стен, полов и мебели, сначала поглощая накопленное тепло, а затем высвобождая его. Тепло возвращается в виде длинноволнового инфракрасного излучения. Однако стекло практически неотлично от длинноволнового излучения, которое возвращается в комнату. Это приводит к парниковому эффекту и постепенному повышению температуры в помещении.

На рынке коммерчески доступны два типа солнцезащитных кремов: впитывающее стекло и стекло с покрытием. В некоторых очках одновременно используются обе технологии.

Абсорбирующее стекло - это стекло телесного цвета с добавками оксидов металлов. В зависимости от цвета и толщины такого стекла его солнечный фактор варьируется от 40% до 80%. Абсорбирующие стекла доступны в разных цветах. Например, пылесосы Planibel доступны в бронзовом, сером, зеленом, синем и темно-синем цветах. Однако эти типы солнцезащитных очков все реже используются в качестве солнцезащитных очков, поскольку солнцезащитные очки с покрытием более эффективны при сопоставимой цене. Абсорбирующее стекло можно использовать в стеклопакетах в сочетании с низкоэмиссионным стеклом Planibel Top N + для обеспечения улучшенной теплоизоляции.

Эффективность стекол с покрытием основана на другом принципе: они отражают часть падающей на них энергии. Стекло с отражающим пиролитическим покрытием может использоваться как в одинарных, так и в изолированных стеклопакетах. Высокие отражающие свойства очков не только защищают от чрезмерного солнечного света, но также обеспечивают конфиденциальность и визуальный комфорт в интерьере. Покрытия часто наносят на прозрачное стекло и некоторые виды литого стекла. Покрытия различаются как характеристиками, так и цветом. Например, ассортимент стекла Stopsol включает 4 типа покрытий, доступных в трех цветах:

янтарном, серебряном и синем. Стекло с покрытием также может использоваться в стеклопакетах в сочетании со стеклом с низким уровнем выбросов Planibel Top N + для улучшения теплоизоляции.

### **Комбинированное стекло.**

Композитные защитные очки - это легкие защитные очки, обеспечивающие защиту от солнца и теплоизоляцию. Покрытие может быть пиролитическим (стекло Sunergy) или магнетронным (стекло Stopsol). Оба покрытия обеспечивают высокий коэффициент светопропускания и плохую видимость, а также отличную теплоизоляцию, которая обеспечивает комфортные условия в помещении наряду с защитой от солнца. Оба типа стекол доступны в разных цветах и могут также использоваться в стеклопакетах в тандеме со стеклом с низким уровнем выбросов Planibel Top N + для улучшения теплоизоляции. Однако между ними есть некоторые различия.

Стекла с пиролитическим покрытием (Sunergy) могут использоваться как для одинарного остекления, так и для стеклопакетов, в то время как стекла с магнетронным покрытием (Stopsol) следует использовать только для стеклопакетов. Однако стекло с магнетронным покрытием обладает высокой селективностью, что означает, что они более эффективно блокируют ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, то есть ограничивают количество поступающего тепла без уменьшения количества передаваемого видимого света.

Комбинированные очки - это «умные» энергосберегающие очки, которые создают комфортную среду в помещении при любом климате. Благодаря высокотехнологичным покрытиям в них сочетается теплоизоляция зимой, защита от солнца и, как следствие, перегрев помещения летом. В результате энергосберегающее стекло обеспечивает комфортную температуру в помещении, снижая затраты на электроэнергию как на кондиционирование, так и на обогрев помещения.

### **11.3. Современные энергоэффективные строительные материалы.**

В связи с ростом цен на топливно-энергетические ресурсы, а также необходимостью решения вопросов рационального использования природных ресурсов вопросы энергосбережения и энергоэффективности во всех сферах жизнедеятельности человека с каждым годом становятся все более актуальными. использование ресурсов и снижение антропогенного воздействия на окружающую среду. В то же время энергосбережение - это рациональное использование энергетических ресурсов, которое обеспечивает снижение энергопотребления, а энергоэффективность описывает разницу между количеством энергии, затрачиваемой на выполнение конкретной задачи, и количеством энергии, потребляемой в процессе. для достижения этой задачи. В то же время рост населения и увеличение объемов строительства, в основном жилых и общественных зданий, приведет к увеличению потребления электроэнергии и тепла для использования в зданиях. При этом часть электроэнергии и большая часть тепловой энергии идет на отопление, и эти затраты значительно увеличиваются в холодное время года, что особенно актуально для России и других стран с холодным климатом. Летом часть электроэнергии также используется для кондиционирования воздуха. В связи с этим одной из основных задач энергосбережения при эксплуатации зданий является снижение теплообмена с окружающей средой, в первую очередь, снижение теплопотерь. Решить эту проблему можно за счет повышения теплотехнических норм и использования энергосберегающих строительных материалов, снижающих теплопроводность строительных конструкций.

Существует три дизайнерских решения использования энергосберегающих материалов:

- теплоизоляция из энергосберегающих материалов за счет создания многослойной конструкции с опорным слоем, когда слой теплоизоляции размещается внутри помещения, между двумя слоями несущих стен (так

называемая стена колодца) или снаружи (слой теплоизоляции) вентиляция) если фасад, фасад покрыт слоем гипса или облицовочного материала);

- использование каркасных конструкций, размещаемых в пространстве между двумя слоями облицовочного материала, закрепленных на каркасе, поддерживающем теплоизоляцию из энергосберегающих материалов;

- использование энергоэффективных строительных и облицовочных материалов, снижающих или исключаящих дополнительную теплоизоляцию строительных конструкций.

Второй и третий варианты предпочтительнее, поскольку позволяют уменьшить толщину стен здания, увеличить площадь помещения и снизить нагрузку на фундамент за счет относительно невысокой плотности энергосберегающих материалов. .

Целью данной статьи является сравнение и описание характеристик, преимуществ и недостатков основных типов энергоэффективных строительных и облицовочных строительных материалов. В своей работе авторы ссылаются на конструкционные изделия для несущих и ограждающих конструкций (внешние и внутренние несущие стены, перегородки, перекрытия и кровли).

### **Бетон на легком заполнителе.**

Бетоны на основе легких (пористых) минеральных заполнителей - это разновидность легкого бетона, в котором, помимо кварцевого песка, присутствуют высокопористые природные минералы (пемза, туф, вулканический шлак, вулканический пепел, ракушечник и др.), Искусственные минеральные заполнители ( керамзит и аглопорит, гранулированное пеностекло, вспученный перлит и вермикулит, шунгит, термолит: обожженный гравий или гранулы диатомита, триполи, трубы и т. д.), а также зола, битый кирпич, топливо, минеральные отходы, такие как доменные печи. или электротермофосфорный шлак. Заполнители используются в виде щебня, гравия, гранул или песка. В качестве вяжущих для производства легкого бетона используются цемент, известь, гипс,

магний цемент, а также золошлаковые вяжущие. Смеси перечисленных заполнителей и вяжущих также могут использоваться в составах для легкого бетона.

Название полученного легкого бетона зависит от его состава: сначала указывается заполнитель, затем конечный «бетон» для цемента, «силикатный» для известкового вяжущего, «гипс» в зависимости от типа основного вяжущего. Бетон «или» гипс «добавляется для гипсовых вяжущих. Цемент и силикат золы в качестве наполнителя - использование золы в качестве наполнителя и извести в качестве вяжущего. Во многих источниках такие названия, как керамзитобетон и силикат керамзита, являются синонимами, но, по мнению авторов этой статьи, это разные материалы, потому что есть различия между цементом и известково-бетоном, и сходство связано с реальностью. Следует называть (например, силикат аглопорит-бетона является легким бетоном. с аглопоритом в качестве заполнителя и цементно-известковое вяжущее с преобладанием цемента).

Если рассматривать свойства легкого бетона в зависимости от вяжущего, то бетон, используемый в основном в цементе, более прочный и более водостойкий, а бетон, используемый в гипсовых вяжущих, менее прочен и водостоек. Но они обладают хорошими теплоизоляционными свойствами и имеют меньшую плотность. Свойства легкого бетона, который в основном используется при производстве известковых вяжущих, являются промежуточными. Также следует учитывать, что преобладание цемента придает бетону серый цвет, а наличие извести и гипсовых вяжущих - белый. Стоит отметить, что к энергосберегающим изделиям можно отнести пазогребневые гипсовые блоки и гипсовые плиты из гипсовых или гипсоцементных вяжущих с наполнителями и добавками для повышения влагостойкости. Такие блоки и плиты отличаются быстрым монтажом, экологичностью, легкостью, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, огнестойкостью и привлекательным внешним видом, но при этом имеют высокое водопоглощение, низкую влагостойкость и

долговечность, требуется штукатурка или покрытие. они есть. Гипсоблоки и гипсовые плиты используются для внутреннего ограждения, в то время как гипсокартонные блоки также могут использоваться для несущих стен в малоэтажных домах при эксплуатации в сухих условиях.

Рассмотрим наиболее распространенные виды легкого бетона в зависимости от используемого легкого минерального заполнителя.

Керамзитобетон и силикат керамзита, как следует из их названия, получают путем использования керамзита в качестве наполнителя, сжигания набухших глин, глинистых сланцев и получения овальных частиц с гладкой поверхностью и пористой структурой. Керамзитобетон отличается высокой прочностью на сжатие, низким водопоглощением, хорошими теплоизоляционными свойствами и морозостойкостью, высокими звукоизоляционными свойствами, экологической безопасностью, негорючестью и хорошими растягивающими свойствами для легкого бетона. Характерными недостатками керамзитобетона являются сложность механической обработки (резка, шлифование и т. Д.). Сходны по свойствам с керамзитобетоном, но реже встречаются аглопорит-бетон и аглопоритосиликат, перлитобетон и перлитосиликат, вермикулит-бетон.

В качестве наполнителя получают клинкерный бетон, клинкерный силикат и клинкерный гипс, используя различные шлаковые отходы. Использование металлургического шлака увеличивает прочность бетона, а использование топливного шлака увеличивает теплоизоляционные свойства материала. Однако следует учитывать, что в топливном шлаке могут присутствовать несгоревшие частицы угля, что снижает огнестойкость клинкерного бетона. Шлакобетон отличается относительно высокими значениями прочности на сжатие и теплопроводности. Шлакобетон на основе топливного шлака легко перерабатывается, а шлакобетон на основе металлургического шлака обладает хорошими растягивающими свойствами. К недостаткам клинкеробетона можно отнести низкий уровень звукоизоляции, высокое водопоглощение, большую продолжительность



естественного твердения (до одного года). Еще один недостаток - в шлаке присутствуют вредные вещества и наличие радиационного фона, поэтому такой агрегат необходимо заранее очистить. Использование шлакощелочных вяжущих (с добавлением тонкоизмельченного шлака, активированного щелочью) снижает водопоглощение и увеличивает прочность бетона. Использование термореактивного материала в качестве заполнителя повышает теплоизоляционные свойства, поэтому термокомпозитный бетон является наиболее распространенным типом клинкерного бетона.

Серый бетон, силикаты золы и зологипсы производятся с использованием летучей золы тепловых электростанций в качестве наполнителя. Бетон из ясеня характеризуется хорошей прочностью на сжатие, простотой обработки, высоким водопоглощением, склонностью к поглощению влаги и низкой водостойкостью, а наличие несгоревшего топлива снижает его огнестойкость. Использование мелкоизмельченной золы в дополнение к цементному вяжущему может снизить водопоглощение и повысить прочность бетона.

Различные легкие бетоны этой группы представляют собой сферобетон, наполнитель в которых представляет собой алюмосиликатные микросферы или стеклянные микросферы, полученные из летучей золы [3]. По своим свойствам сферобетон близок к керамзитобетону, но обладает высокой прочностью, меньшим водопоглощением, высокой водо- и атмосферостойкостью.

Общие преимущества рассматриваемого легкого бетона - хорошее сочетание низкой плотности, прочностных и теплоизоляционных свойств (различают конструкционные, теплоизоляционно-конструктивные и теплоизоляционные легкие бетоны, энергоэффективность которых возрастает с уменьшением прочности), химических. сопротивление, долговечность при хорошей гидроизоляции, биостойкость, повышенная воздухо- и паропроницаемость по сравнению с нормальными показателями бетона. К общим недостаткам можно отнести низкую прочность и неэстетичный

внешний вид по отношению к динамическим и ударным нагрузкам, необходимость покрытия для теплоизоляции и утеплителя для конструкционных марок легкого бетона.

Особенности производства легкого бетона на основе заполнителя по сравнению с обычным бетоном заключаются в том, что шероховатость поверхности и высокое водопоглощение частиц заполнителя, особенно при наличии крупных частиц, снижает удобоукладываемость, усложняет производство монолитного бетона, потребность в воде увеличивает сложность изготовления цементного раствора с необходимым количеством влаги и увеличивает водопоглощение бетона. ... Бетон на основе легких заполнителей также отличается высокой усадкой, поэтому в каменном растворе образуются «мостики холода». Для уменьшения водопоглощения частицы заполнителя покрывают битумом, а в цемент добавляют водоотталкивающие добавки. Свойства и назначение легкого бетона зависят от зернистого состава заполнителя и его количества в смеси: чем крупнее частицы заполнителя и чем выше его содержание, тем ниже прочность и теплопроводность, а также больше водопоглощение. высокий. Для повышения прочности можно использовать легкий бетон с армированием. При этом стальную арматуру покрывают маслянистым цементным раствором для защиты от коррозии, увеличивают толщину защитного слоя или оштукатуривают бетонную поверхность.

Свойства легкого бетона также зависят от качества замеса и способа твердения. Когда автоклав застывает, под воздействием температуры и давления получают изделия точной геометрии, низкой гигроскопичности и высокой прочности. По такому способу закалки производительность выше, но зато больше энергозатрат и изделия можно производить только в виде блоков, полублоков (продольные половинки для установки секций) и плит, например, шлакоблоков и т. Д. . плиты (шлакоблоки и шлаковые плиты), шлакоблоки и плиты и т. д. При отверждении в естественных условиях (гидратное твердение) процесс длится дольше, эксплуатационные свойства

материала ниже, но вместе с блоками и плитами материал можно использовать в монолитном строительстве. Блоки из легкого бетона изготавливают с твердым, пустотелым (с технологическими зазорами), одним или двумя (боковыми и торцевыми) фасадами, гофрированной, дробленой, полированной или гладкой поверхностью.

Легкий конструкционный бетон все чаще применяется в монолитно-блочных и монолитных многоэтажных домах для возведения несущих и ограждающих конструкций, конструкционных и теплоизоляционных. Легкий бетон широко применяется в малоэтажной (преимущественно до 3-х этажей) при строительстве одноэтажных домов) конструкции несущих и ограждающих конструкций, а также в многоэтажных домах для ограждающих конструкций зданий многоэтажных зданий используют светоизоляционные легкие бетонные конструкции. Легкий конструкционный бетон также используется в строительстве дорог и мостов.

#### **Бетоны на основе легких органических заполнителей.**

В качестве заполнителей для этой группы легкого бетона используются полимерные материалы (волокна) или гранулы, а также следующие вещества и материалы из растительных источников: древесные отходы (опилки, щепа, опилки и др.), Целлюлоза, солома, камыш, торф. , стружка (отходы переработки льна и конопли), рисовая шелуха и др. Для этих легких бетонов используются вяжущие вещества, аналогичные предыдущей группе, по тому же принципу при наименовании марок и структурных, термических разделов. -изоляционно-конструкционные и теплоизоляционные разновидности.

Самым распространенным легким бетоном этой группы является арболит (арболит или арболит, щебень, щебень), наполнитель в котором древесная щепа, в основном сосна и ель, реже древесина твердых пород и вяжущее - цемент. Для повышения биостойкости древесной щепы, снижения водопроницаемости и повышения прочности арболита в смесь добавляют минерализующие добавки: хлорид кальция, жидкое стекло, силикат штучный, сульфат глинозема или известь. Арболит для легкого бетона

отличается средней плотностью и прочностью на сжатие, относительно высокой гибкостью и высоким модулем упругости (высокая трещиностойкость), высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, умеренной морозостойкостью, высокой гвоздемостью и простотой обработки. Арболит - негорючий и экологически чистый материал с высокой воздухо- и паропроницаемостью (выше, чем у предыдущей группы легких бетонов). Еще одна особенность арболита - это способность производить сложные изделия не только в виде блоков и плит. криволинейная, конфигурация. Недостатками арболита являются высокое водопоглощение, относительно высокая усадка, низкая геометрическая точность по сравнению с другим легким бетоном, относительно высокая стоимость (из-за расхода цемента и большого количества ручного труда) и защитно-декоративная отделка (покраска, гипс) или покрытие) . Разновидности арболита - это легкий бетон со смешанными наполнителями: ясенево-арболитовый и керамзитно-арболитовый, сочетающие в себе достоинства и недостатки используемых заполнителей.

Материалы, похожие на арболит, - это бетон на опилках и щебень. По сравнению с арболитами они имеют несколько более низкие показатели прочности, морозостойкости и водостойкости, но обладают более высокими теплоизоляционными свойствами. Для улучшения прочностных свойств древесный наполнитель минерализуют и в эти материалы добавляют кварцевый песок, но это увеличивает теплопроводность. Кроме того, в составе этих материалов часто частично цемент заменяется глиной или известью.

После арболита вторым по распространенности легким бетоном в этой группе является полистиролбетон (пенобетон), в который часто добавляют наполнитель, гранулы пенополистирола и пластификаторы в качестве добавок для улучшения пластичности и снижения трещиностойкости. Это недорогой материал с прекрасными тепло- и звукоизоляционными свойствами, достаточно высокой прочностью на сжатие и средней

прочностью на изгиб, низким водопоглощением, средней морозостойкостью, средней усадкой, прочностью, биостойкостью, простотой обработки. Недостатками пенополистиролбетона являются низкая адгезия между наполнителем и вяжущим, низкая адгезия к гипсу, низкая забиваемость, хрупкость оконного и дверного монтажа, низкая паропроницаемость, наполнитель снижает химическую стойкость, горит и выделяет токсичные продукты. Пожар

Наиболее распространенными материалами этой группы являются волокнистый бетон, фибросиликат и волокнистый гипс, в которых в качестве наполнителей используются волокна (волокна) из полипропилена, полиэтилена или целлюлозы, реже - арамидные волокна. Эти материалы имеют средние значения прочности и теплопроводности для легкого бетона. Использование целлюлозного волокна имеет низкую теплопроводность, но увеличивает водопоглощение, прочность, морозостойкость и влагостойкость. Есть высокопрочный стекловолокно, армированный стекловолокном, базальтом и стальной фиброй, но эти материалы также обладают высокой теплопроводностью. Одним из видов волокнистого армированного бетона является фибролит, в качестве связующего вещества используются цементные, магниевые (фибролит магния) или гипсовые (таумалит) связующие, а наполнителем - древесная вата - особый вид спиральных опилок большой длины и малой ширины. Древесную шерсть получают, в основном, из хвойных деревьев, и ее производят с помощью планеров или вручную. Как и в случае с арболитом, при производстве ДВП древесная масса минерализуется. Фибролит имеет умеренную прочность, высокие теплоизоляционные свойства и высокое водопоглощение по сравнению с арболитом, поэтому его используют только в сухих условиях для внутренних стен и перегородок или для изоляции стен и частей.

Реже, но очень широко используются в индивидуальном строительстве жилых и коммунальных построек (гаражи, склады и др.), Материалы - соломенный бетон, а также камышовый бетон (камышовый бетон) и

костяной бетон (конопляный бетон, льнобетон). саман (материал на основе глины и соломы) - уникальная альтернатива. Агрегаты этих материалов, как и другие агрегаты растительного происхождения, предварительно минерализованы. Эти материалы характеризуются относительно низкой прочностью, низкой огнестойкостью, высоким водопоглощением, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, поэтому в основном используются для внутренних деталей или наружных ограждающих конструкций в каркасном строительстве, используются как несущие. . одноэтажные дома [6–8]. Для повышения прочности в смеси для этих легких бетонов добавляют кварцевый песок, причем требуется отделка для защиты от влаги.

Другими материалами, набирающими популярность в индивидуальном строительстве, являются торфобетон, торфосиликат и торфяной гипс, наполнителями в которых являются гранулы торфа. По свойствам и применению такие материалы близки к соломобетону, камышобетону и камнобетону. Для снижения горючести торфобетонных изделий в их состав входят антипирены. Существует технология, при которой на гранулы торфа наносится слой глины, после чего при термической обработке торф сжигается и остаются полые гранулы, которые фактически заменяют керамзит и аглопорит.

Все легкие бетоны с описанными выше органическими заполнителями характеризуются более низкой прочностью на сжатие и более высокими теплоизоляционными свойствами, прочностью на изгиб и эластичностью, чем другие легкие бетоны. Недостатками, присущими этой группе материалов, являются относительно низкие значения влагостойкости, биостойкости, химической стойкости, огнестойкости и долговечности. Низкая прочность этой группы бетонов ограничивает их использование в качестве несущих и ограждающих конструкций в малоэтажном строительстве. Для повышения прочности этой группы бетонов применяется армирование стальной или композитной арматурой или фиброй.

Газобетон - это разновидность легкого бетона с пористой структурой, которая искусственно формируется в процессе производства. Упрочнение этой группы легких бетонов осуществляется автоклавированием или естественным способом, как при использовании легких минеральных заполнителей. Для этих бетонов также используются вяжущие, аналогичные двум предыдущим группам, принципы наименования и деления на конструкционные, теплоизоляционно-конструкционные и теплоизоляционные марки. Газобетон применяется в монолитно-блочных и блочных конструкциях для возведения несущих и окружающих конструкций малоэтажных и многоэтажных домов.

В зависимости от способа формирования пористой структуры различают следующие виды газобетона:

- газобетон, газосиликаты и пеногипс (газобетон), для их производства, наряду с наполнителем (кварцевым песком) и вяжущим, в смесь добавляют алюминиевую пудру, которая при добавлении воды интенсивно образует пузырьки газообразного водорода. перемешивание смеси. Существует разновидность этой технологии, заключающаяся в образовании газа в вакууме;

- пенобетон, пеносиликаты и пеногипс (пеногипсобетон), наполнители для их производства (кварцевый песок) и вспенивающие вещества (белковые, белковые или синтетические вещества) входят в смесь вместе со вяжущими, готовятся заранее . в пеногенераторах. В результате при перемешивании смеси пузырьки воздуха из пенопласта оборачиваются связующим и после застывания превращаются в закрытые поры;

- газобетон легкий (ячеистый) и ячеистый силикат, аэрация смеси под давлением (продувка сжатым воздухом) с последующим сбросом давления в атмосферу (баротермический метод);

- сочетанием газобетона, пеносиликата, пенобетона и пенобетона, методов аэрации и газодобычи.

По прочности на сжатие газобетон и пенобетон ниже легкого бетона по

минеральным заполнителям и превосходят легкий бетон по органическим заполнителям, пенобетон имеет низкую гибкость, высокое водопоглощение и средние значения тепла. Изоляционные свойства и усадка, низкая прочность на разрыв, они характеризуются простотой механической обработки и огнестойкостью. По сравнению с газобетоном пенобетон имеет низкое водопоглощение и прочность при высокой степени сжатия, теплопроводности и хладостойкости. Кроме того, из-за неравномерного распределения отверстий по размерам и объему пенобетона этот материал отличается неоднородными свойствами. Пенобетон стоит дешевле газобетона. Газобетон требует гидроизоляции и покрытия, а для конструктивных типов рекомендуется установка слоя теплоизоляции.

Типы газобетона - это дополнительно материалы, которые содержат заполнители для первых двух групп легкого бетона. Широко используются такие материалы, как пенобетон, пенобетон, пеношлакобетон, пеношлакобетон, арболит вспененный, арболит газовый. Использование таких материалов приводит к сочетанию достоинств и недостатков агрегатов и ячеистых структур. Также под торговым наименованием «твинблок» широко используется разновидность пенобетона, который выпускается в виде блоков, закаленных в автоклаве, с концевыми язычками и пазовыми элементами, позволяющими уменьшить толщину шва при укладке. Двойные блоки отличаются высокой точностью геометрии, высокой прочностью и хладостойкостью, но при этом отличаются относительно высокой стоимостью. Другими распространенными типами газобетона являются волокнистый железобетон и волокнистый железобетон, в которых в качестве армирующих наполнителей могут использоваться стальные, базальтовые, стеклянные, углеродные, полипропиленовые и целлюлозные волокна.

Полая и пустотелая керамика. Наиболее распространенным представителем этой группы изделий является пористая (горячая) керамика, выпускаемая в виде блоков (керамические блоки, керамические блоки, термоблоки, керамический камень) или в виде пористого (пористого)



кирпича (термоблоки). На основе пористого керамического глинистого сырья и для образования пор получают опилки, торф, солома, гранулы пенополистирола, угольные отходы, топливный шлак, зола и отходы сельского хозяйства (гречиха, подсолнечник, рис и др.) часто используется как легковоспламеняющаяся добавка). Для повышения энергоэффективности керамические блоки производятся с вертикальными полостями различной формы, которые размещены в виде насадок, а боковые поверхности выполнены с выступами «паз» и «паз-гребень» для удобства монтажа. Тепловые кирпичи также делаются с полостями. Щели в пористой керамике часто заполняют изоляцией (в основном перлитом и минеральными волокнами). Пористая керамика с относительно высокой прочностью на сжатие и низкой прочностью на изгиб, хорошей тепло- и звукоизоляцией, воздухо- и паропроницаемостью, низким водопоглощением по сравнению с легким бетоном (однако рекомендуется нанесение гидроизоляции и слоя покрытия), высокой морозостойкостью, негорючесть выделяется . , биостойкость, низкая забиваемость, экологичность, средняя точность геометрии и обработки. Недостатками наличия зазоров и пустот при соединении рифленой гребенки является возможность протекания в них каменного раствора, повышающего теплопроводность, но этот недостаток устраняется с помощью специальной пластиковой сетки. Также к недостаткам пористой керамики можно отнести очень толстостенный слой извести, создающий «мостики холода» (недостаток корректируется легкими минеральными заполнителями: пемзой, шлако- и керамзитовыми песками, перлитом, вермикулитом, вспененным горячим каменным раствором и т. Д.).

В эту группу материалов также входят пустотелый кирпич, полученный обжигом глиняного сырья с добавлением упомянутых выше огневых и разлагающих добавок с выделением пористых газов (мел, доломит и др.) И строительной керамики. Что актуально, так это использование отходов в качестве пористых добавок, например, полимерные отходы могут использоваться в качестве добавок для сжигания, а в качестве добавок они

разлагаются при сжигании - шламы от обработки реактивных стоков гальванического производства.

Основные недостатки наличия пор в керамике - снижение прочности и увеличение водопоглощения. Одним из вариантов преодоления этого недостатка является жидкофазное спекание с образованием слоя глазури на поверхности изделий (который превращает большинство открытых отверстий в закрытые) за счет использования жидких и стеклообразующих добавок. фаза во время стрельбы, например Этот метод увеличивает теплопроводность, поэтому для обеспечения энергоэффективности количество добавок следует подбирать таким образом, чтобы количество стеклообразной фазы, образующейся при горении, позволяло поддерживать достаточно высокую внутреннюю пористость. Наличие глазурованного слоя на поверхности изделий позволяет использовать их как фасадные, так и лицевые. В дополнение к керамической смеси существует также возможность формирования мелкозернистой структуры, созданной за счет использования деликатных веществ, таких как триполи. Как и другие энергосберегающие материалы, конструкционная пористая керамика может использоваться в высотном строительстве для несущих стен, а также для ограждающих конструкций. Изделия с высокими теплоизоляционными свойствами можно использовать только для несущих стен малоэтажных домов. Если при производстве плитки используется самоглазурная керамика с закрытой структурой ячеек, можно использовать изделия для наружной облицовки с разными слоями. Также все керамические материалы характеризуются низкой термодиффузией и высокой теплоемкостью, т.е. керамика долго нагревается и долго охлаждается, хорошо собирая тепло, поэтому температура в керамических домах в течение дня незначительно меняется.

Наиболее распространенными продуктами в этой группе являются сэндвич-панели, которые представляют собой два плоских или профилированных тонкостенных слоя из металла, ПВХ или стекломагния с

изоляционным слоем (пенополиуретан, пенополистирол или сополимер полиизоцианата). . Отдельные слои панели скреплены специальным клеем на полиуретановой основе. Сэндвич-панели отличаются легкостью, большим выбором цветов и быстрым монтажом. Сохраняя целостность внешних слоев, сэндвич-панели отличаются прочностью, высокими теплоизоляционными свойствами, морозостойкостью, устойчивостью к агрессивным средам и атмосферостойкостью, но сэндвич-панели обладают плохой устойчивостью к внешним механическим повреждениям. Еще один недостаток сэндвич-панелей - их низкая паропроницаемость. На стенах и кровле установлены сэндвич-панели, у последних высокие показатели прочности и влагостойкости. Сэндвич-панели используются для облицовки по системе вентилируемых фасадов, а также для возведения внешних и внутренних стен, кровли при возведении несущих каркасных зданий.

Термопанели являются почти обычным явлением, они представляют собой двухслойные изделия, внутренний слой выполнен из пенополистирола или пенополиуритана, а внешний слой выполнен или сформирован из клинкера, глазурованного керамогранита или плитки из полимерного песка. имитация под кирпич или натуральный камень (металл, полимерное покрытие, фибробетон и др.). Достоинства и недостатки термопанелей практически такие же, как и у сэндвич-панелей. Термопанели используются для облицовки фасадов.

Подобно сэндвич-панелям, алюминиевые композитные панели (АСР или alucobond) состоят из двух окрашенных алюминиевых пластин с полимерным составом на основе полиолефина или минеральным наполнителем поверх полимерного связующего. Есть разновидности АКП, внутренний слой которых выполнен из пенополиэтилена высокого давления или пенополиуретана - эти разновидности являются энергосберегающими изделиями. АКП отличается легкостью, прочностью, гибкостью, морозостойкостью, влагостойкостью, разнообразием и прочностью. Недостатки этих изделий - горючесть, низкая стойкость к истиранию и

относительно высокая стоимость.

Еще один вид продукции, похожий на сэндвич-панели, - это СИП-панели (от англ. Structural Insulated Panel), в которых между двумя расположенными ориентированными половицами размещается слой теплоизоляционного материала (пенополистирол, пенополиизоцианурат, пенопласт или базальтовая вата)., реже из других материалов: фанеры, ДВП, гипсокартона или гипсокартона. Преимущества таких панелей - высокая энергоэффективность, средние значения прочности на сжатие и изгиб, простота монтажа и легкость. Недостатками СИП-панелей являются горючесть, средняя биостойкость, низкая влагостойкость, токсичность продуктов сгорания теплоизоляционного слоя, низкая паропроницаемость, необходимость герметизации стыков панелей, внутренних и внешних покрытий. SIP-панели используются в малоэтажных домах с каркасными панелями для получения окружающих конструкций.

Другой вид композитных изделий из дерева - утепленный брус (термопанель, термопанель, композитный брус, клееный многослойный брус, пассивный брус), это изоляционный слой (пенополистирол, пенополиуретан или пенополиизоцианурат, реже базальт или целлюлозный хлопок) (между две ламели) (тонкие доски) из дерева, преимущественно хвойных пород, длина которых может состоять из нескольких частей. Деревянные рейки предварительно сушат и обрабатывают для повышения биостойкости. Существуют разновидности термобаллона, которые состоят из ламелей и нескольких переменных слоев утеплителя. Преимущества и недостатки термобалок практически не отличаются от SIP-панелей. Характерным достоинством является точность геометрии, а характерным недостатком - хрупкость.

В эту группу изделий могут входить многослойные стеновые блоки (теплосберегающие блоки, тепловые блоки, полиблоки, тепловые стены, кварцевый гранит), которые представляют собой конструктивную или теплоизоляционно-конструктивную трехслойную конструкцию, состоящую

из несущего и фасадного слоев. внутренний теплоизоляционный слой из керамзитобетона и пенополистирола. В этом случае лицевой слой наносится на слои глиняного бетона, которые декорируются натуральным камнем и расширяются при кладке извести. Слои такого блока скрепляются стеклопластиковыми или базальтопластовыми стержнями с колючими соединениями и упорами. Преимущества термоблоков - скорость возведения стен, легкий вес, низкая теплопроводность, малая усадка, хорошая звукоизоляция и преимущества керамзитобетона. Главный недостаток таких блоков в том, что стыки между блоками проходят по всей толщине стены, поэтому к качеству камня предъявляются высокие требования. К недостаткам также можно отнести низкую паропроницаемость, горючесть и токсичность продуктов горения пенополистирола в термоблоках. Термоблоки используются для возведения несущих стен в малоэтажном строительстве и могут применяться для покрытия конструкций в многоэтажном каркасном строительстве.

Композитные энергосберегающие изделия - стеновые блоки несъемной опалубки из арболита, известные под торговыми наименованиями «бризолит», «дюрисол» и «теколит». После сборки стен из таких блоков в полости внутри них заливается бетонный раствор. Полости блоков наружных стен частично заполнены футеровкой из пенополистирола, что повышает теплоизоляционные свойства возводимых стен. Перед заливкой бетона можно будет проложить канализационные и отопительные трубы прямо внутри блоков. Эти изделия характеризуются относительно высокой прочностью на сжатие, средним водопоглощением, морозостойкостью и огнестойкостью, хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, паропроницаемостью (значительно снижается при наличии покрытий из пенополистирола). Недостатки блоков несъемной опалубки из арболита - хрупкость и относительно высокая усадка. Такие изделия используются для облицовки внешних и внутренних несущих стен многоэтажных домов и частных малоэтажных сельских домов.

#### **11.4. Прочие энергоэффективные строительные материалы и материалы.**

Несмотря на появление новых строительных материалов, дерево остается одним из самых востребованных и сегодня материалов. Это связано с преимуществами древесины в природе, экологической безопасностью, малым весом, высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами (теплопроводность древесины ниже, чем у пенобетона), относительно высокой прочностью на давление и изгиб, хорошей прочностью на разрыв, простота механической обработки, химическая стойкость, высокие эстетические свойства. Однако древесина имеет множество недостатков, среди которых влагостойкость, атмосферостойкость и биологическая стойкость, горючесть, высокие значения водопоглощения и гигроскопичности, анизотропия свойств и наличие дефектов (сучков, кривых). пр.), относительно высокая цена. Свойства древесины сильно зависят от породы дерева, например, осина обладает высокой устойчивостью к экстремальным воздействиям температуры и влаги, а дуб отличается высокими показателями прочности и долговечности. Использование специальных поглотителей или термодревесины, обработанной в безвоздушной среде при температуре около 180 ° С в процессе производства, может повысить водостойкость и биостойкость, но в этом случае увеличивается стоимость материала. Деревянные строительные материалы - это бревно (круглое, плоское, тканое), брус (цельный, профилированный, клееный), доски (террасные, блок-хаус, вагонка, сайдинг) и другие. Деревянные изделия широко используются в качестве декоративных материалов, а также в качестве несущих и ограждающих конструкций в малоэтажных домах. К деревянным изделиям также относятся так называемые узловые блоки, которые получают путем прессования свежесрезанных веток в блоки, которые затем скрепляются проволокой в двух местах, удаляя неровности на боковых поверхностях, антисептически и

сушат на воздухе. По своим свойствам сучковые блоки во многом схожи с другими изделиями из дерева, но отличаются высоким водопоглощением и низкими показателями прочности и влагостойкости. Различают виды конструкционной и теплоизоляции узловых блоков. Конструкционные блоки используются при возведении малоэтажных каркасов с обязательным наличием внешней обшивки.

Традиционные энергосберегающие материалы, используемые для поддержки и уплотнения конструкций в малоэтажном строительстве, включают кирпичи, блоки и плиты из естественно пористых минералов: туфа (также используемого в качестве облицовочного материала), ракушечника и известняка. Для таких материалов характерны относительно высокая прочность на сжатие и низкая прочность на изгиб, горючесть, экологичность, умеренные теплоизоляционные свойства, высокое водопоглощение и умеренная морозостойкость. Изделия из таких материалов используются в основном в районах, где расположены их месторождения.

Относительно редкие торфяные блоки в строительстве, также известные как «геокар», получают прессованием смеси опилок, опилок, соломы, льна и, в некоторых случаях, измельченного и увлажненного торфа, который действует как связующее. минеральные добавки, повышающие энергию и действующие как огнетушители. Торфяные блоки отличаются легкостью, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, паропроницаемостью, простотой обработки, биостойкостью, малой прочностью и горючестью. Торфяные блоки используются для конструкций наружных и внутренних ограждений с обязательной внешней облицовкой (желательно кирпичом) и внутренней отделкой.



Другим экологически чистым материалом являются почвенные блоки, как следует из их названия, путем добавления наполнителей (иголки, опилки, торф, зола и др.) Путем прессования природных грунтов, содержащих 15-30% частиц глины. Для повышения прочности, влагостойкости и долговечности в грунтовые бетонные блоки добавляют цемент, известково-вяжущее или шлакобетонные блоки, а также смолу, известково-смолистые или битумные стабилизаторы. Грунтовые блоки и грунтовые бетонные блоки обладают средней прочностью, низкой теплопроводностью, огнестойкостью и очень низкой стоимостью. Недостатки почвенных блоков - относительно высокое водопоглощение и низкая влагостойкость. Разнообразие грунтовых блоков - это глиноблочные блоки (глиняные блоки и глиняные блоки с минералом, древесным наполнителем и газообразующими добавками), которые до сих пор не отличаются от сырцовых кирпичей при возведении стен в малоэтажных домах. Эта серия широко используется. в засушливом климате.

Редким, но перспективным материалом является керпен (стеклокристаллическая пенокерамика) на основе природного глинистого



сырья в смеси с промышленными отходами (шлам и шлак) и карбид кремния, являющийся газогенератором. Керпен отличается умеренной прочностью на сжатие, малым весом, относительно низкой теплопроводностью, низким водопоглощением, умеренной морозостойкостью, водостойкостью и негорючестью. Недостатки Керпен - низкая ударопрочность и хрупкость. Изделия из этого материала используются для возведения наружных облицовочных конструкций, а также для облицовки стен и кровли.

### Принцип работы энергосберегающего стекла



В качестве наполнителей могут использоваться другие покрытия, содержащие композиционные материалы с использованием минеральных отходов (обрезки, битый кирпич) и термопластичных отходов (поливинилхлорид и отходы на основе пенополистирола). используется как связующее. Эти материалы характеризуются средними значениями давления и прочности на изгиб, относительно низким водопоглощением и высокой хладостойкостью, а также средней теплопроводностью для материалов, рассмотренных в данном исследовании.

К энергосберегающим полимерным композиционным материалам также относятся тепло- и конструкционно-теплоизоляционные полимерные бетоны, в которых в качестве наполнителей используются термореактивные смолы (фурфурол ацетон, карбамидоформальдегид, фуран-эпоксид, полиэстер и др.)

И древесные материалы. (опилки, пробка), гранулы перлита или пенополистирола. Эти полимербетоны характеризуются высокими значениями прочности, хладостойкости, абразивной стойкости и химической стойкости при низких значениях теплопроводности и водопоглощения. Недостатками этих строительных материалов являются дороговизна, горючесть, сложность сжатия композиционного материала и длительность застывания связующих. Фундамент и несущие стены выполнены из конструкционного и теплоизоляционного полимербетона, а внутренние ограждения - из жаропрочного бетона.

i- стекло



Отражение пламени разного цвета

обычное стекло



Отражение пламени того же цвета

Относительно редким, но перспективным и энергосберегающим материалом является геополимерный бетон (геобетон), представляющий собой тонкоизмельченное алюмосиликатное сырье (природные алюмосиликаты, летучая зола или доменный шлак), гидроксид натрия или калия, силикаты натрия и калия (в основном). раствор силиката натрия и калия - жидкое стекло). При смешивании щелочного компонента алюмосиликатное сырье растворяется с образованием раствора алюминатов и силикатов, которые полимеризуются с образованием геля, который, в свою очередь, затвердевает, образуя геополимер с переменным тетраэдром кремния и алюминия, связанный атомами кислорода. Заполнители в геобетоне - это гранулированная летучая зола и шлак, другие легкие

минеральные заполнители и различные типы волокон. Имеется ячеистый геобетон. Преимуществами геобетона являются прочность, морозостойкость, низкое водопоглощение за счет тонкой пористой структуры, химическая стойкость, негорючесть, эластичность, малая усадка и быстрое затвердевание. Геобетоны используются в монолитном и монолитно-блочном строительстве для получения несущих и окружающих конструкций.



К энергосберегающим материалам и изделиям относятся:

Термопрофили (перфорированные профили) с каналами из тонкой оцинкованной стали и отверстиями в виде узких продольных отверстий (кромки), идущих в несколько рядов в широкой плоскости канала. Из-за перфорации при передаче тепла через тепловой профиль тепловой поток должен огибать отверстия, что увеличивает тепловое сопротивление профиля и он перестает быть мостиком холода. Термопрофили используются для возведения легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), которые используются в качестве каркасов для сборных малоэтажных домов или для конструкций внутренних ограждений. Преимущества рам LSTC - легкость, точность измерения и отсутствие усадки. Недостатки таких каркасов - низкая несущая способность, необходимость звукоизоляции, потеря жесткости под воздействием высоких температур при пожаре;

- арматура из стеклопластика и базальтопласта и гибкий крепеж (анкеры для перемещения стыков облицовочного и несущего слоев через слой утеплителя в трехслойных стенах), которые, в отличие от своих стальных аналогов, предотвращают появление мостиков холода, позволяет предотвратить. Кроме того, композитная арматура и гибкие связки отличаются сочетанием прочности и легкости, химической стойкости. Недостатками этих изделий являются низкий модуль упругости, потеря мощности при пожаре из-за низкого термического сопротивления, невозможность сварки;

- Энергосберегающие стеклянные и прозрачные конструкции, задерживающие инфракрасное излучение внутри здания и предотвращающие попадание ультрафиолетового излучения извне. В эту группу входят двойное, тройное и четверное остекление, стекло с низким коэффициентом излучения (селективное стекло с металлооксидным покрытием, которое имеет светопропускание, но возвращает тепловой поток в здание), электрохромное стекло (светопропускание). Стекло с возможностью замены и защиты ). от ультрафиолетового излучения в результате прохождения через них электрического тока), очки с фотоэлектрическим эффектом (стекла с прозрачным покрытием, которые позволяют преобразовывать солнечную энергию в электричество), каркасные конструкции, заполненные аэрогелем между стеклами (со. пикообразный материал) . 4% кремния и 96% воздуха), инертных газов с низкой теплопроводностью, таких как аргон, ксенон и криптон, либо в этой полости образуется вакуум (вакуумные стеклопакеты), а также каркасные конструкции из композитных материалов: стеклопластика, стекловолокна. , поливинилхлорид и составы опилок;

- использование фазовых переходов (парафины, жирные кислоты, гидраты солей), в т.ч. в микрокапсулированном виде, наносится на строительные конструкции, добавляется в строительные материалы (керамика, бетон и другие связующие, краски и лаки) и используется в качестве наполнителя для полых и многослойных изделий. Фазовые

переходы аккумулируют тепло при нагревании и выделяются при охлаждении (из твердого состояния в жидкость и наоборот).

В настоящее время существует множество энергосберегающих материалов и изделий, из которых можно изготавливать внутренние и внешние несущие и окружающие строительные конструкции, что позволяет решать проблемы энергосбережения при эксплуатации малоэтажных и многоэтажных зданий. -климатизированные здания и сооружения. При этом ассортимент энергоэффективных строительных материалов и изделий постоянно расширяется. В настоящее время такие материалы часто имеют недостаточную прочность для формирования важных несущих частей крупногабаритной конструкции и используются только в качестве теплоизоляционных слоев в малоэтажном или многоэтажном строительстве, либо отличаются низкой устойчивостью к внешним факторам, это причина обязательного внешнего покрытия. В связи с этим актуальными задачами разработки энергосберегающих конструкционных и лакокрасочных изделий являются, прежде всего, повышение прочности на изгиб, снижение теплопроводности, повышение атмосферостойкости и влагостойкости, а также снижение затрат.

### **Контрольные вопросы**

1. Энергосберегающее стекло.
2. Современные энергоэффективные строительные материалы.
3. Прочие энергоэффективные строительные материалы и изделия.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.

## ГЛАВА XII

### ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 12.1. Главная Информация

Теплоизоляция - это уменьшение теплопередачи между объектами, контактирующими с теплом (передача тепловой энергии между объектами разной температуры). Снижение количества энергии, используемой из ископаемого топлива, является наиболее важным фактором обеспечения устойчивости. Изоляция имеет наибольший потенциал для снижения свойств CO<sub>2</sub>.

Энергия, сэкономленная в результате использования изоляции, намного выше, чем энергия, используемая для ее производства. Важно использовать изоляцию из углеродного волокна (см. Ниже) только в том случае, если здание соответствует стандарту LowHeat.

#### 12.2. Тепловые свойства изоляционного материала.

Самым важным аспектом изоляционного материала является его производительность - это постоянное сопротивление теплопроводности на протяжении всего срока службы здания. Хотя ожидаемая эффективность, заявленная производителями изоляционных материалов, является важным ориентиром, в процессе проектирования следует принимать во внимание другие факторы, связанные с «фактической» укладкой материала:

Легкость установки - окончательная производительность определяется тем, насколько эффективно строитель устанавливает материал, используя простые навыки. Например, изоляционные плиты следует устанавливать

между соседними плитами или так, чтобы не было зазоров между плитами и другими конструктивными элементами, составляющими часть общей изоляционной оболочки, такими как стропила или балки. Оставшиеся зазоры пропускают воздух, что снижает производительность.

Сжатие, сжатие, проседание - некоторые материалы могут иметь некоторую нестабильность размеров в течение срока службы. Во многих случаях это можно предварительно просмотреть и преодолеть с помощью тщательных методов проектирования и установки. Во всех остальных случаях проектировщику следует обратиться к производителю изоляции за указаниями по связанным с этим рискам, особенно если материалы не имеют определенных целевых показателей эффективности.

Защита от влаги - некоторые изоляционные материалы портятся во влажном или влажном состоянии. Дизайнер должен тщательно продумать детали и позаботиться о том, чтобы слабый утеплитель был защищен от влаги. Если влага представляет собой высокий риск (проникновение или относительная влажность более 95%), следует выбрать материал с соответствующей устойчивостью.

Ниже мы рассмотрим свойства ряда распространенных и все более распространенных строительных изоляционных материалов. Изоляционные материалы делятся на «натуральные» и «искусственные», особенно если речь идет о «зеленых» свойствах. При рассмотрении вопроса о том, как определить изоляционный материал с точки зрения его воздействия на окружающую среду, часто оказывается, что «натуральный» материал является наиболее выгодным с точки зрения его экологических свойств. Однако в некоторых случаях удельная эффективность пластмасс может быть включена в уравнение окружающей среды, чтобы обеспечить более широкий спектр экологических преимуществ, например, когда важно пространство для изоляции, например, при переоборудовании.

Теплопроводность / л (лямбда).

Теплопроводность измеряет легкость, с которой материал может

проходить. Электропроводность - это основная форма передачи тепла через изоляцию. Часто называется значением  $\lambda$  (лямбда). Чем меньше число, тем лучше производительность.

#### Термостойкость (R)

Термическое сопротивление - это мера, которая связывает теплопроводность материала с его шириной и обеспечивает меру сопротивления на единицу площади ( $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ). Большая толщина означает меньший тепловой поток и меньшую проводимость. Эти параметры вместе формируют тепловое сопротивление конструкции. Строительный слой с высокой термостойкостью - хороший изолятор; один с низкой термостойкостью - плохой изолятор.

Уравнение: тепловое сопротивление ( $\text{м}^2\text{К} / \text{Вт}$ ) = толщина (м), проводимость ( $\text{Вт} / \text{мК}$ ).

#### Особая жара.

Удельная теплоемкость материала - это количество тепла, необходимое для повышения температуры 1 кг материала на 1 К (или 1 ° С). Хороший изолятор имеет высокую удельную теплоемкость, потому что требуется время, чтобы передать больше тепла, прежде чем он нагреется (температура повысится). Высокая удельная теплоемкость характерна для материалов, которые обеспечивают тепловую массу или тепловую буферизацию (задержку восстановления).

#### Плотность.

Плотность относится к массе (или «весу») единицы объема материала и измеряется в  $\text{кг} / \text{м}^3$ . Материал высокой плотности максимизирует общий вес и является аспектом «низкой» термодиффузии и «высокой» тепловой массы.

#### Термодиффузия

Рассеивание тепла измеряет способность материала передавать тепловую энергию относительно его способности накапливать тепловую энергию. Например, металлы быстро передают тепловую энергию (холод на ощупь), а древесина - медленно. Изоляторы обладают низкой



теплопроводностью. Медь = 98,8 мм<sup>2</sup> / с; Дерево = 0,082 мм<sup>2</sup> / с.

Уравнение: теплопроводность (мм<sup>2</sup> / с) = теплопроводность / плотность x удельная теплоемкость.

Концентрированный углерод (на Emodied Energy).

Хотя тепловые характеристики композитного углеродного изоляционного материала не являются аспектом, это ключевая концепция в уравнивании общих тепловых газов при производстве материалов при сохранении изоляции на протяжении всего срока службы изоляции. Концентрированный углерод обычно представляет собой количество газов, выделяемых из ископаемого топлива и используемых для выработки энергии между добычей и производством сырья до дверей фабрики. Фактически, это определено больше, чем просто энергия, используемая для транспортировки на объект, установки, прямого сноса и вторичной переработки. Наука об агрегированном углероде все еще развивается, поэтому получить надежные и надежные данные сложно. Изучите EPD, в которых подробно описаны входы и выходы промышленных процессов.

Паропроницаемость.

- Проницаемость для водяного пара - это степень, в которой материал позволяет воде проходить через него. Он измеряется скоростью, с которой пар проходит через единицу площади плоского материала единичной толщины в результате уменьшения удельного давления пара между двумя конкретными поверхностями при заданной температуре и влажности.

- Теплоизоляция обычно описывается как паропроницаемая или непроницаемая. Стены и крыши, часто ошибочно называемые «воздухопроницаемыми конструкциями», характеризуются своей способностью переносить водяной пар изнутри здания наружу, тем самым снижая риск конденсации.

Как работает изоляция.

Изоляция обычно достигается за счет комбинации двух свойств:

- Естественная способность изоляционного материала препятствовать

передаче тепла.

- Используйте газовые карманы как естественный изолятор.

Газы обладают низкой теплопроводностью по сравнению с жидкостями и твердыми телами и поэтому являются хорошим изоляционным материалом, если их можно удерживать. Чтобы еще больше повысить эффективность газа (например, воздуха), его можно разбить на более мелкие ячейки, которые не могут эффективно проводить тепло за счет естественной конвекции. Конвекция включает в себя большой объем газового потока из-за различий в текучести и температуре, и она не работает в небольших ячейках с небольшими перепадами плотности. В пеноматериалах внутри структуры образуются небольшие газовые ячейки или пузырьки; в тканевой изоляции, такой как хлопок, небольшие переменные карманы воздуха, кажется, естественным образом образуют газовые ячейки.

Строительные изоляционные материалы.

Древесное волокно.

Промышленно производимая изоляция из древесного волокна была внедрена около двадцати лет назад после того, как инженеры из европейских регионов-производителей древесины разработали новые методы уменьшения количества древесных отходов и их переработки в изоляционные плиты с заводов.



Твердые (в наличии: доски, полужесткие доски)

Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,038

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,5

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 2100

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 160

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Применяемая энергия составляет МДж / кг = н / д.

Паропроницаемость: Да

Гибкий (в наличии: биты)

Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,038

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,6

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 2100

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 50

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Применяемая энергия составляет МДж / кг = н / д.

Паропроницаемость: Да

Целлюлозный утеплитель - это материал, изготовленный из переработанной газеты. Бумага разрушается, и в нее добавляются неорганические соли, такие как борная кислота, для защиты от огня, плесени, насекомых и вредителей. В зависимости от области применения изоляция может быть установлена обдувом или мокрым напылением.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,035 в палатках; 0,038 - 0,040 на стенах.

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,632

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 2020

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 27-65

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Поглощенная энергия МДж / кг = 0,45

Паропроницаемость: Да

Хлопок (в вате; в рулонах)

Хлопковая изоляция изготавливается из хлопковых волокон ягненка, которые механически соединяются или склеиваются с использованием 5–15% переработанного полиэфирного клея для образования изоляционных прокладок и рулонов. Овцы больше не пасутся для хлопка; но их необходимо убивать каждый год, чтобы защитить здоровье животных. Вата, используемая для изоляции, представляет собой вату, которую выбрасывают как отходы в других областях из-за ее цвета или разновидности.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,038

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,63

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 1800

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 23

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Поглощенная энергия МДж / кг = 6

Паропроницаемость: Да

Волокна конопли производятся из соломы конопли. Большая часть каннабиса импортируется, но выращиваются местные культуры. Конопля вырастает почти до 4 метров в высоту за 100-120 дней. Поскольку растения затеняют почву, выращивание каннабиса не требует химической защиты или токсичных добавок. Продукт, как правило, на 85% состоит из конопляного волокна, с добавлением 3-5% соды для защиты от огня.





Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,039 - 0,040

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,5

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 1800 - 2300

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 25 - 38

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Суммарная энергия МДж / кг = 10

Паропроницаемость: Да

Hempcrete (доступен в виде блоков; монолит)

Hempcrete - это смесь конопли (пламени) и извести (возможно, природная гидравлическая известь, песок, пузолана или цемент), используемая в качестве строительного и изоляционного материала. Hempcrete действует легче, чем традиционные известковые смеси, и действует как изолятор и регулятор влажности. Ему не хватает хрупкости бетона, поэтому не требуются компенсационные швы. Конопляные бетонные стены следует использовать в сочетании с каркасом из другого материала, который может выдерживать вертикальные нагрузки в строительстве, так как плотность бетона навеса составляет 15% от плотности обычного бетона.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / мК = 0,06

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 1,429

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 1500 - 1700

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 275

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = 1,5 · 10<sup>-7</sup>

Применяемая энергия составляет МДж / кг = н / д.

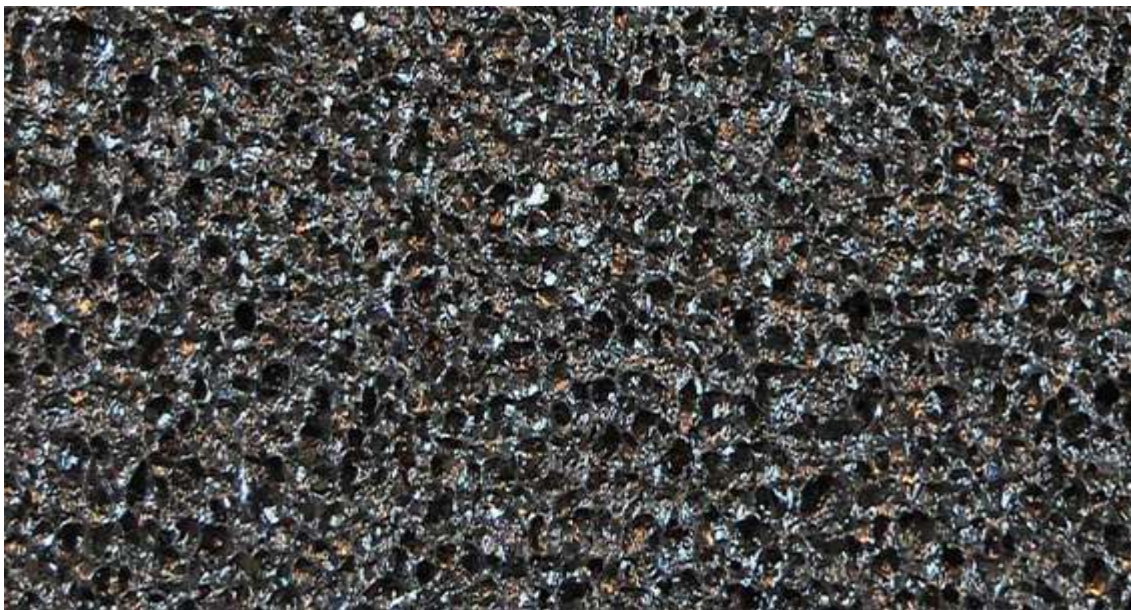
Паропроницаемость: Да

Ячеистое стекло (в наличии: доски)

Он в основном изготовлен из переработанного стекла (например, ветровых стекол) и без использования минеральных материалов, таких как песок и связующие. (21) Ингредиенты плавят в расплавленном стекле, охлаждают и измельчают в мелкий порошок. Стекланный порошок разливают в формы и нагревают во время процесса «запекания» (ниже точки плавления), в результате чего частицы слипаются. Затем добавляется небольшое количество мелко измельченной гвоздики, и материал нагревается в процессе «образования ячеек». Здесь углерод вступает в реакцию с кислородом с образованием углекислого газа, который (внутри материала)



образует изолирующие пузырьки. CO<sub>2</sub> составляет более 99% газа в полостях ячеек.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,041

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / W = n / a

Удельная теплоемкость Дж / (кг.К) = 1000

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 115

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = 4,2 · 10<sup>-7</sup>

Применяемая энергия составляет МДж / кг = n / д.

Проницаемость для водяного пара: Нет

Солома (в наличии: свадьбы, сборные блоки)

Солома - это побочный продукт сельского хозяйства, сухие стебли злаков после удаления зерна и соломы. На солому приходится около половины ячменя, овса, риса, ржи и пшеницы.





Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,08 (для несущей конструкции)

350 мм км<sup>2</sup> / Вт = 4,37 Тепловое сопротивление при 350 мм

Удельная теплоемкость Дж / (кг.К) = нет данных

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 110 - 130

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = нет данных

Поглощенная энергия МДж / кг = 0,91 (исходная база данных ISE 2011)

Паропроницаемость: Да

Стекло-минеральная вата (в наличии: вата, рулон)

Обычно он изготавливается из расплавленного стекла с 20–30% переработанных промышленных отходов и материалов после потребления. Материалы изготовлены из композитного стекловолокна на хлопчатобумажном связующем. В результате между стеклом остается множество небольших воздушных карманов, которые обеспечивают высокие теплоизоляционные свойства. Плотность материала может варьироваться в зависимости от давления и связующего состава.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,035

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,85

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 1030

Плотность кг / м<sup>3</sup> = около 20

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = 0,0000016

Поглощенная энергия МДж / кг = 26

Паропроницаемость: Да

Минеральная вата (в наличии: доски, войлок, рулоны)

Каменная (каменная) минеральная вата - это продукт печи из камня, расплавленного при температуре около 1600 ° С, через который проходит воздух или пар. Более совершенные методы производства основаны на вращении расплавленного камня на высоких скоростях на прядильных головках, чем-то напоминающем процесс изготовления сахарной ваты. Конечный продукт представляет собой тонкую, соединенную между собой массу волокон, обычно диаметром от 2 до 6 микрон. Минеральная вата может содержать связующее для уменьшения образования пыли, часто терполимер и масло.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,032-0,044

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 2,70 - 2,85

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = н / а

Плотность кг / м<sup>3</sup> = н / д

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Применяемая энергия составляет МДж / кг = н / д.

Паропроницаемость: Да

Isynene H2FoamLite / LD-C-50 (доступен: мокрый спрей; залитый)

H2FoamLite - это частный утеплитель канадской компании Isynene. H2FoamLite - это пенополиуретан низкой плотности с открытыми ячейками, который наносится с водой из открытой камеры. Продукт состоит из двух жидких компонентов, изоцианата (BaseSeal) и смолы (H2FoamLite), и имеет желтый цвет.





Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,039

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / W = n / а

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = n / а

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 7,5 - 8,3

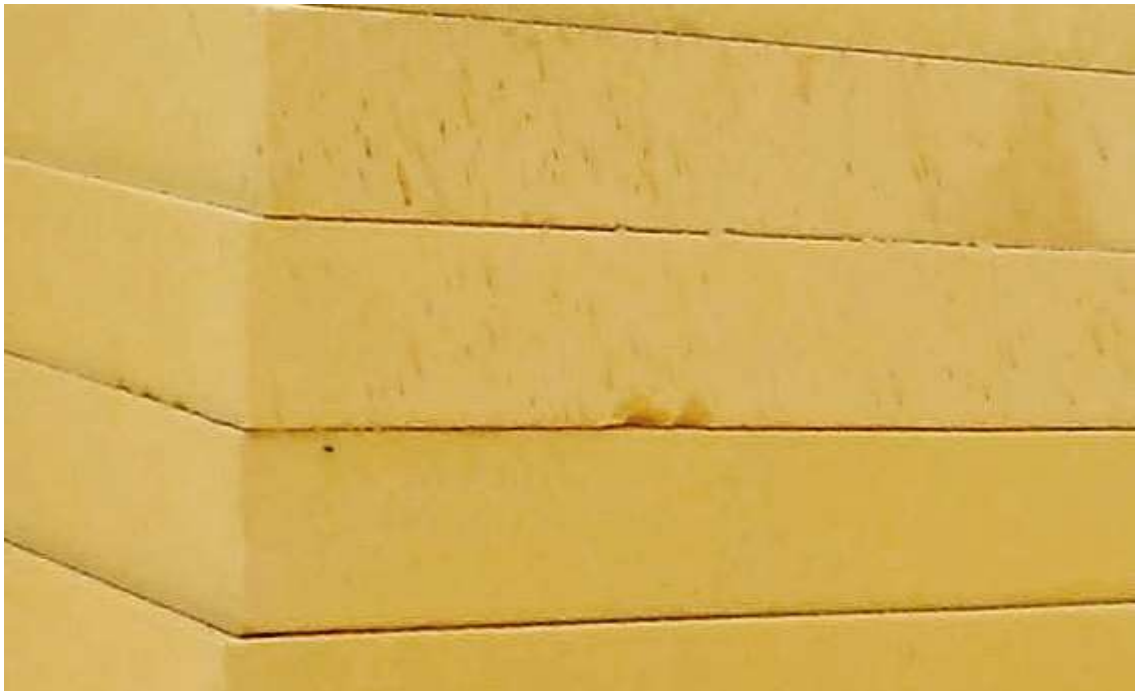
Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = n / д

Применяемая энергия составляет МДж / кг = n / д.

Паропроницаемость: Да

Фенольная пена (в наличии: пластины)

Пенная изоляция изготавливается из смолы в присутствии кислотного катализатора, вспенивающих агентов (например, пентана) и поверхностно-активных веществ.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,020

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 5,00

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = n / а

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 35

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = n / д

Применяемая энергия составляет МДж / кг = n / д.

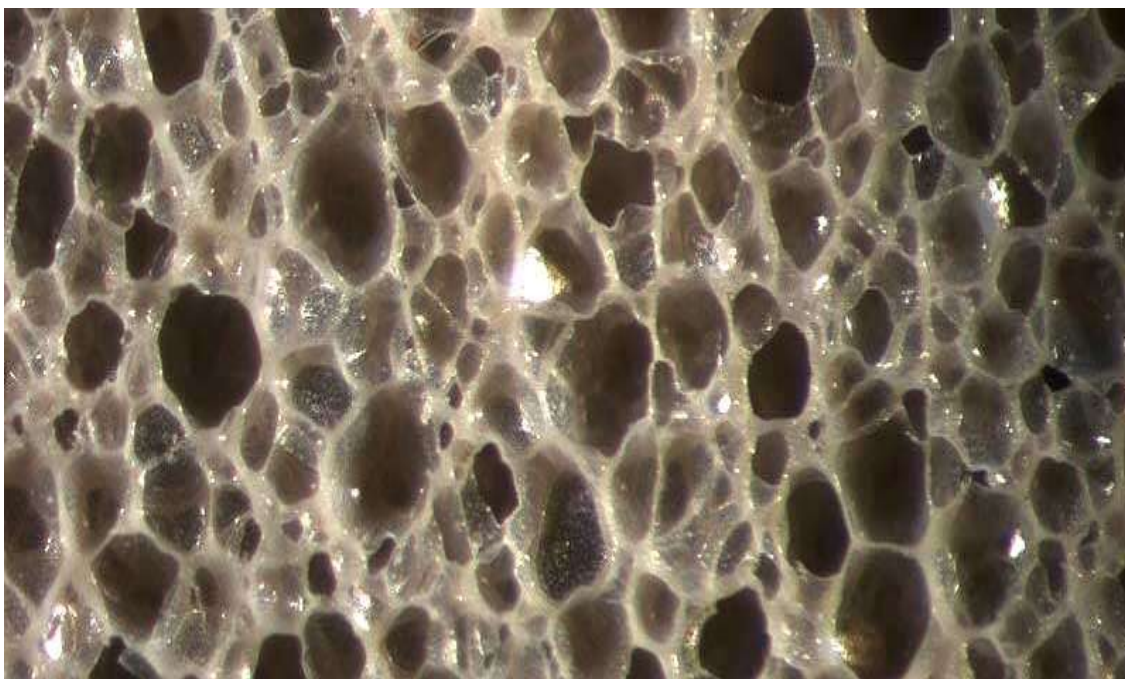
Проницаемость для водяного пара: Нет

Полиизоцианурат / Пенополиуретан (PIR / PUR)

Полиуретан (PUR и PU) - это полимер, состоящий из органических звеньев, связанных с звеньями мочевины. Полиуретан может быть разной плотности и твердости с разными изоцианатами, полиолами или добавками.

Полиизоцианурат, также называемый PIR, представляет собой терморезистивный пластик, который обычно производится в виде пены и используется в качестве жесткого теплоизолятора. Его химический состав аналогичен полиуретану (PUR), за исключением того, что содержание метилendifенилдиизоцианата (MDI) выше, а в реакции используется полиэфирполиол вместо простого полиэфирполиола. Катализаторы и добавки, используемые в формулах PIR, также отличаются от используемых в PUR. Сборные сэндвич-панели PIR производятся с обшивкой из

коррозионно-стойкой гофрированной стали, приклеенной к сердцевине из пенополиуретана, и широко используются в качестве изоляции крыш и вертикальных стен (например, складов, заводов, офисных зданий и т. Д.).



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м.К = 0,023-0,026

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 4,50

Удельная теплоемкость Дж / (кг.К) = n / a

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 30-40

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = n / д

Суммарная энергия МДж / кг = 101

Проницаемость для водяного пара: Нет

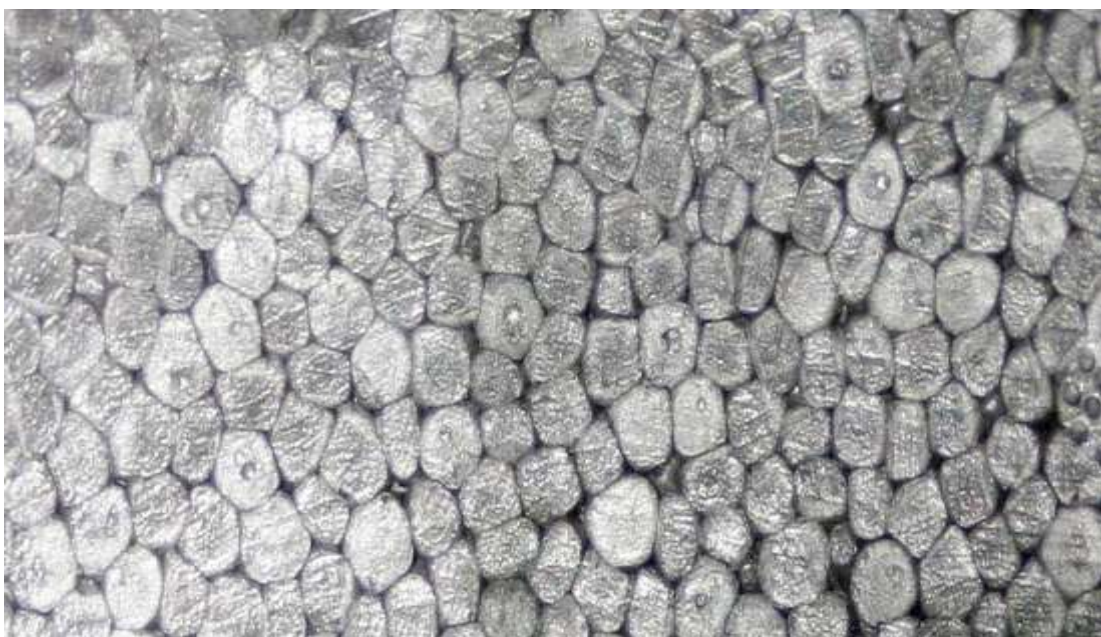
Пенополистирол (ППС) (брус: картон, литой наполнитель)

Полистирол - это синтетический ароматический полимер, изготовленный из мономера стирола. Полистирол бывает твердым или вспененным. Пенополистирол (EPS) - это жесткий и прочный пенополистирол с закрытыми ячейками. Обычно он белого цвета и изготавливается из гранул предварительно вспененного полистирола. Полистирол - один из наиболее широко используемых пластиков, производственная мощность которого составляет несколько миллиардов

килограммов в год.

Пенополистирол производится с помощью пенообразующих устройств, которые расширяют и расширяют пену. В пенополистироле это обычно углеводороды, такие как пентан. Хотя это пенополистирол с закрытыми ячейками, ни пенополистирол, ни экструдированный полистирол не являются полностью водонепроницаемыми или паронепроницаемыми.

Заброшенный полистирол не поддается биологическому разложению в течение сотен лет и устойчив к фотолизу.



Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,034-0,038)

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 3,52

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = 1300

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 15-30

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Поглощенная энергия МДж / кг = 88,60

Проницаемость для водяного пара: Нет

Экструдированный полистирол (XPS) (в наличии: плиты)

Экструдированный пенополистирол (XPS) состоит из закрытых ячеек, которые уменьшают улучшенную шероховатость поверхности, повышенную твердость и пониженную теплопроводность. Немного плотнее, чем EPS, и



поэтому немного прочнее. Сопротивление диффузии водяного пара ( $\mu$ ) XPS очень низкое, что делает его пригодным для использования в более влажных средах.



Доски

Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,033-0,035

Тепловое сопротивление при 100 мм К·м<sup>2</sup> / Вт = 3

Удельная теплоемкость Дж / (кг·К) = n / a

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 20-40

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = n / д

Суммарная энергия МДж / кг = 88,6

Проницаемость для водяного пара: Нет

Аэроджель.

Аэрогель - это синтетический пористый сверхлегкий материал, полученный из геля, в котором жидкий компонент геля заменен газом. В результате получается твердое тело с очень низкой плотностью и низкой теплопроводностью. Прозвища включают замороженный дым и твердый воздух или синий дым из-за прозрачности и рассеивания света в материале. Похоже на мешок, который закрывается шнурком. Аэрогели можно изготавливать из множества химических соединений.

Аэрогели являются хорошими теплоизоляционными материалами,



поскольку они практически исключают два из трех методов передачи тепла (конвекцию, проводимость и излучение). Они являются хорошими проводящими изоляторами, потому что они почти полностью состоят из газа, а газы очень плохо проводят тепло. Они являются хорошими ингибиторами конвекции, потому что воздух не может циркулировать через решетку. Аэрогели - плохие изоляторы излучения, потому что через них проходит инфракрасное излучение (теплопроводность). Аэрогель кремнезема - наиболее распространенный тип аэрогеля. Диоксид кремния превращается в трехмерные, взаимосвязанные кластеры, которые составляют всего 3% от объема. Таким образом, проницаемость через твердое вещество очень низкая. Остальные 97% объема состоит из воздуха в очень маленьких нанопорах. Воздуху мало места, что препятствует конвекции и газопроницаемости.

Теплопроводность / л (лямбда) Вт / м. К = 0,014

3.8 тепловое сопротивление для 50 мм км<sup>2</sup> / Вт = 50 мм

Удельная теплоемкость Дж / (кг.К) = 1000

Плотность кг / м<sup>3</sup> = 150

Теплоотдача м<sup>2</sup> / с = н / д

Поглощенная энергия составляет 5,4 кг / СО<sub>2</sub> для МДж / кг = м<sup>2</sup>.

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие условия работы и что они означают?
2. Экструдированный полистирол.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.
3. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va

ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258  
b.

## ГЛАВА XIII

---

### ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 13.1. Главная информация

В современном городе люди постоянно подвергаются повышенному шуму. Бывает в повседневной жизни, на работе, в общественных местах, в транспорте и других условиях. Внешние и внутренние ограждения квартир, офисов и офисов часто не обеспечивают требуемой шумозащиты. Поэтому обеспечение акустического комфорта в среде обитания человека - важнейшая задача при проектировании и строительстве гражданских и промышленных зданий. Одним из наиболее эффективных средств снижения воздушного шума является устройство, устанавливающее звукоизоляционные преграды в виде стен, перегородок, перекрытий, специальных звукоизолирующих ограждений, смотровых будок и т. Д. Звукоизоляция - это способность оболочки здания ослаблять энергию звуковых волн при прохождении через нее. При проектировании звукоизоляционных ограждений следует исходить из акустических расчетов изоляции воздушного шума через окружающие конструкции. Для этого необходимо знать АЧХ звукоизоляции окружающих конструкций, которая может быть установлена экспериментальными исследованиями в естественных или лабораторных условиях или построена теоретическими методами. В этой статье представлена основная информация о звукоизоляции бесконечных плит и звукоизоляции ограждений ограниченного размера. Кроме того, в статье представлена методика расчета показателя изоляции воздушного шума путем построения частотных

характеристик звукоизоляции и ограждающих конструкций в соответствии с наиболее часто применяемой в проектной практике методологией, определенной в действующих нормах.

### **13.2. Утепление промышленных зданий.**

Представлены аналитические методы расчета и построения частотных характеристик звукоизоляции однослойных ограждений, основанные на теории самовыравнивания звуковых полей с волновым полем плиты реальных размеров. Известно, что одним из недостатков современных стандартных световых барьеров является их низкая звукоизоляция по сравнению со сплошными панелями. Поэтому в настоящее время особое значение приобретают технологии, позволяющие повысить изоляцию воздушного шума световыми преградами без увеличения их веса. Один из способов улучшить звукоизоляцию слегка обернутых конструкций без увеличения их массы - ослабить их поперечное сечение. В статье представлена инженерная методика расчета звукоизоляции таких окружающих конструкций.

Теплоизоляционные материалы в строительных изоляционных конструкциях должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 2.01.02-85, иметь гигиенические сертификаты, не выделять токсичных веществ при эксплуатации и горении.

Многие операционные факторы, в том числе:

- изменчивость температурно-влажностного режима теплоизоляционных конструкций;
- возможность капиллярного и диффузионного смачивания теплоизоляционного материала в конструкции;
- влияние ветровых нагрузок;
- Механические нагрузки от собственного веса на стеновые конструкции и нагрузки, возникающие при перемещении людей по конструкциям крыши и перекрытия.

С учетом этих факторов теплоизоляционные материалы для утепления зданий должны соответствовать следующим основным требованиям:

- Теплоизоляционный материал должен обеспечивать необходимое сопротивление теплопроводности при минимально возможной толщине конструкции, что достигается за счет использования материалов с расчетной теплопроводностью 0,04-0,06 Вт / (м · К).

- паропроницаемость материала должна иметь значения, исключающие возможность накопления влаги в конструкции при ее эксплуатации;

- плотность теплоизоляционных материалов для утепления здания ограничена допустимыми нагрузками на несущие конструкции и допустимые значения составляют 200-250 кг / м<sup>3</sup>;

- предел прочности на разрыв не менее 20 кПа при деформации 10% в изоляционных конструкциях кровли и перекрытий;

- хладостойкость;

- гидрофобность и водостойкость;

- Биологическая стабильность и отсутствие токсичных отходов при эксплуатации.

Водонепроницаемость особенно важна для теплоизоляционных материалов из стекла и минеральных волокон, используемых во внешних строительных ограждающих конструкциях.

Учитывая возможность периодического смачивания теплоизоляционных материалов в конструкции, показатель водостойкости во многом определяет их долговечность.

Водостойкость стекловолокна зависит от химического состава и диаметра волокна. Увеличение содержания щелочных оксидов и уменьшение диаметра волокон приводят к снижению водостойкости материала.

Учитывая относительно низкую водостойкость щелочных стекловолокон, при проектировании конструкций с применением теплоизоляционных материалов из стекловолокна следует учитывать технические решения, ограничивающие разрушающее воздействие влаги на

материал в процессе эксплуатации. Такие решения включают использование конструктивных решений, которые гидрофобизируют материалы в процессе производства и предотвращают или ограничивают возможность конденсации влаги в конструкции.

Из-за гидрофобности сырых волокон уменьшается их влажность, т.е. уменьшается площадь взаимодействия волокон с капельной влагой, что приводит к увеличению водостойкости и, соответственно, долговечности материала.

Достигнуты конструктивные решения по предотвращению конденсации водяного пара в конструкции, т.е. путем соответствующего размещения слоев материалов с различной паропроницаемостью и введения дополнительных пароизоляционных материалов для предотвращения или ограничения конденсации, когда это необходимо.

Теплоизоляционные материалы из стекловолокна и минеральной ваты, используемые в наружных строительных оболочках, гидрофобизируются в процессе производства для обеспечения долговременной стабильности свойств.

Теплоизоляционные материалы в строительных изоляционных конструкциях должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 21-01-97, иметь гигиенические сертификаты и не выделять токсичных веществ при эксплуатации и горении.

В строительной практике используется широкий спектр теплоизоляционных изделий из стекловолокна, минеральной ваты, псопластов, которые имеют различное назначение и различаются техническими характеристиками.

### **13.3. Теплоизоляционные конструкции**

Теплоизоляционная конструкция - это комплекс, отвечающий совокупности требований, определяемых внутренними условиями работы утепляемого объекта и внешними условиями работы конструкции. Условия

эксплуатации теплоизоляции и, соответственно, выбор той или иной конструкции теплоизоляции во многом зависит от типа утепляемого объекта.

Основные типы изолированных объектов:

- оборудование и трубопроводы технологических устройств и энергосистем, охлаждающие устройства; тепловые сети;
- промышленные печи и дымоходы;
- жилые и производственные здания и сооружения;
- транспортное средство.

Объекты теплоизоляции в нефтяной и химической промышленности - ректификационные колонны, регенераторы, скрубберы, реакторы, нагреватели, теплообменники, резервуары для хранения нефтепродуктов, коллекторы конденсата и др.

Теплоизоляция в энергосистемах выполняется на оборудовании и трубах ТЭС и местных котельных. Паровые котлы, паровые и газовые турбины, нагреватели, испарители, деаэраторы, резервуары, котлы, насосы, дымососы, газовые трубы, вентиляторы, сепараторы, циклоны и т. Д. Зависят от теплоизоляции.

Промышленные нагревательные блоки изолируют печи, обогреватели, обогреватели, стекловаренные печи, вращающиеся печи, электростанции, промышленные сушилки, туннельные и нагревательные печи, котлы-утилизаторы, подогреватели, воздухонагреватели, металлические, кирпичные и железобетонные дымоходы.

В жилых и производственных зданиях и сооружениях утеплены фундаменты, стены, полы и потолки, палатки, системы горячего и холодного водоснабжения.

Пассажирские и изотермические автомобили, грузовики-рефрижераторы, все типы судов, городской транспорт и авиация будут изолированы.

В зависимости от назначения утепляемого объекта различают следующие виды теплоизоляции: промышленная - изоляция промышленного

оборудования и труб; строительство - утепление зданий и сооружений зданий.

В зависимости от температуры изолируемых объектов они делятся на объекты с положительной и отрицательной температурой поверхности.

Конструкции по форме и размеру объектов теплоизоляции:

- плоские (стены, полы, холодильники промышленных и жилых зданий; стены, полы, своды отопительных приборов, поверхности технологических устройств);

- поверхности с большим радиусом кривизны (вертикальные и горизонтальные технологические устройства, колонны, емкости диаметром более 1600 мм);

поверхности оборудования и труб диаметром 500-1600 мм; трубы диаметром до 500 мм;

Поверхности сложной конфигурации (фланцевые соединения труб и оборудования, арматура, компенсаторы, отводы, отводы).

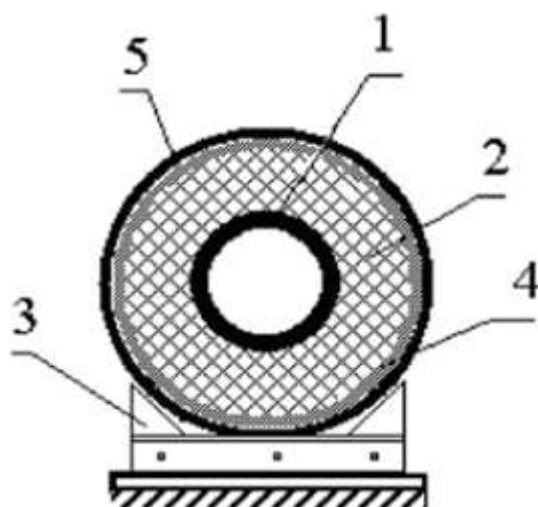
В зависимости от расположения объектов теплоизоляции конструкции могут располагаться внутри помещений, на открытом воздухе или под землей. Подземные трубы можно прокладывать без каналов или в непроходимых каналах и туннелях. Есть ряд других характеристик, которые характеризуют конструкции теплоизоляции: высота и длина, вертикальное или горизонтальное расположение.

Конструкции теплоизоляции состоят из следующих основных элементов (рисунок 13.1):

- слой теплоизоляции;
- слой покрытия, защищающий слой теплоизоляции от атмосферных осадков, механических повреждений, агрессивных сред;
- пароизоляционный слой, защищающий утеплитель от атмосферной влаги;
- крепежные элементы, скрепляющие теплоизоляционный и облицовочный слои между собой и на изолируемой поверхности, а также



обеспечивающие жесткость конструкции.



1 - трубопровод; 2 - теплоизоляционный слой; 3 - застёжки;  
4 - пароизоляция; 5 - слой покрытия

**Рисунок 13.1. Элементы теплоизоляции трубы.**

В зависимости от назначения конструкции, условий ее эксплуатации, материала слоев теплоизоляции и покрытия конструкция заполняется антикоррозийным или декоративным слоем.

В зависимости от материала теплоизоляционного слоя теплоизоляционные конструкции делятся на следующие виды.

Рулонные и кордные конструкции изготавливаются из волокнистых изделий с крышками и без крышек (рисунок 13.2). К таким конструкциям относятся плиты из минеральной ваты с синтетическими связующими, маты, сшитые из минеральной ваты, штапельные маты из стекловолокна и синтетические связующие, шнуры, комплекты, полотна, полосовые плиты. Роликовые и кордные конструкции удобны для изоляции криволинейных частей трубопроводов, арматуры, компенсаторов.



**Рисунок 13.2. Рулонные и кордные теплоизоляционные конструкции.**

Для изоляции холодных и горячих труб, плоских и криволинейных поверхностей используются конструкции из отдельных изделий (цилиндры, сегменты, оболочки, плиты, блоки и кирпичи) из зернистых, волокнистых и ячеистых материалов (рисунок 13.3). Устанавливаются изделия на мастику или сухую. Во время монтажа конструкции необходимо тщательно выровнять.



**Рисунок 13.3. Частичные конструкции.**

Конструкции, изготовленные методом напыления теплоизоляционных масс, составляют единое целое с изолируемой поверхностью и отличаются прочностью, отсутствием швов и тепловых мостиков (рисунок 1.4). Конструкции отличаются простотой производства теплоизоляционных работ. Для изоляции горячих поверхностей используются гранулированные (перлит, вермикулит) и волокнистые (асбест, минеральные волокна) материалы. Пенополиуретановые составы используются для утепления холодных поверхностей.



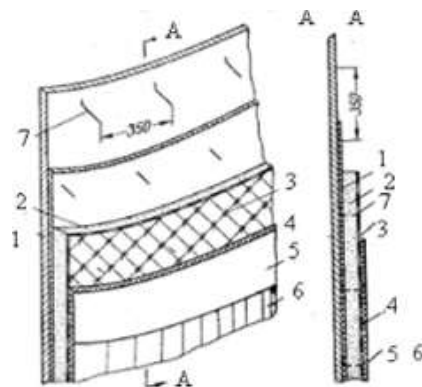
**Рисунок 13.4. Конструкции изготовлены методом напыления теплоизоляционных масс.**

Каркасные конструкции изготавливаются из рыхлых волокнистых или порошкообразных материалов (рис. 13.5).



**Рисунок 13.5. Каркасные конструкции.**

Мастичные конструкции изготавливаются из мастики из порошковых или волокнистых материалов (рисунок 13.6).



1 слой смазки; 2 мастики теплоизоляционные; 3-х металлическая сетка;  
4 слоя гипса; 5 слой покрытия; 6 расцветок; 7 причесок.

**Рисунок 13.6. Мастика строительная.**

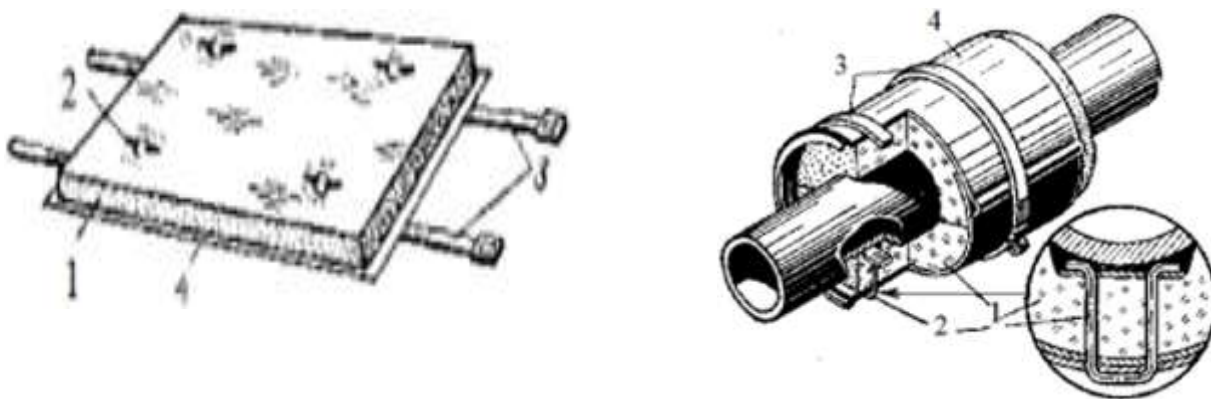
Литые конструкции. Жидкие компоненты заливаются в пространство между изолируемой поверхностью и решеткой (формой), например крышкой, которая затем разбухает (рисунок 13.7).



**Рисунок 13.7. Литая конструкция теплоизоляции.**

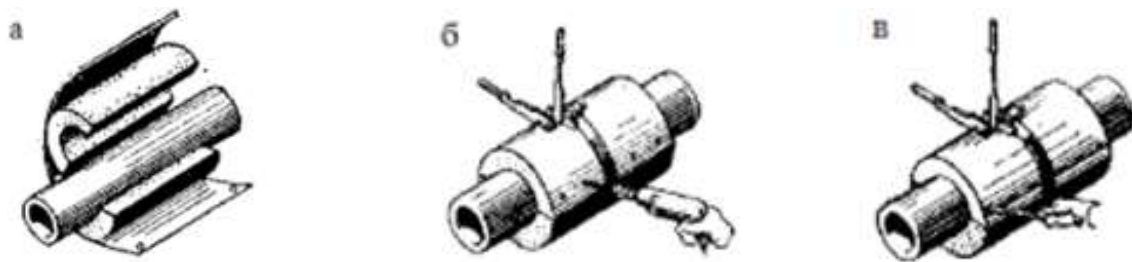
В зависимости от степени готовности к сборке различают сборные и комплектные конструкции (ГОСТ 2.04.14 - 88):

- сборная теплоизоляционная конструкция (ПНИК) - это теплоизоляционное изделие (рис. 13.8), в котором слой теплоизоляции закреплен защитным покрытием с помощью клея или шпильки и снабжен деталями для крепления конструкции к изолируемой части.

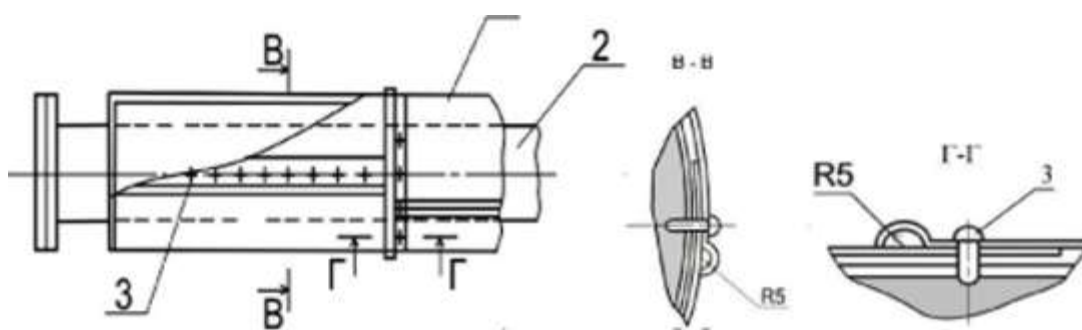


1 - теплоизоляционное изделие; 2 - шплинт; 3 - бандаж; 4 - слой покрытия.

**Рисунок 13.8. Полностью собранная конструкция теплоизоляции.**



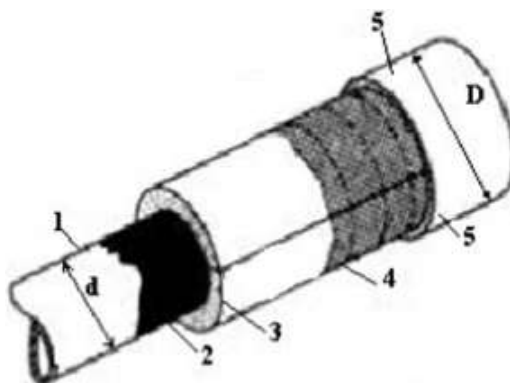
Комплектная теплоизоляционная конструкция (ТТИКТ) представляет собой набор теплоизоляционных изделий, элементов защитного покрытия и крепежа, собранных на элементе в месте установки, предварительно изготовленных по типовым размерам (рисунок 13.9).



1 - цилиндр листовой теплоизоляционный; 2 - труба; 3 - винты.

**Рисунок 13.9. Полная шумоизоляция с баллонами. Закрепите металлическую крышку саморезами.**

Сборка (поэлементная) собирается из материалов теплоизоляционного и защитного покрытия в проектном положении на месте установки путем отделки и закрепления на месте крепежными изделиями (рисунок 13.10).



1 - труба; 2 - антикоррозийное покрытие; 3 - мат минераловатный; 4 - железная сетка; 5 - гипс асбестоцементный

**Рисунок 13.10. Сборная конструкция:**

Слои теплоизоляции и облицовки изготавливаются из отдельных изделий, а заполнители, набивные, мастичные и литые конструкции являются непромышленными; промышленные сооружения - сборные и комплектные. В зависимости от температуры утепляемых поверхностей изоляционные конструкции делятся на группы: для горячих и холодных поверхностей (с положительными и отрицательными температурами). По количеству слоев основной теплоизоляции конструкции бывают однослойные и многослойные (двух- и трехслойные). Многослойная изоляция может быть однородной или неоднородной, т.е. изготовленные из двух и более теплоизоляционных материалов или изделий.

#### **13.4. Теплоизоляционные материалы и конструкции**

Теплоизоляционные материалы - это натуральные или искусственные материалы, используемые для теплоизоляции строительных конструкций, труб и промышленного оборудования, с теплопроводностью выше  $0,175 \text{ Вт / м} \cdot \text{К}$  и средней плотностью не более  $500 \text{ кг / м}^3$ .

Теплоизоляционные материалы с теплопроводностью менее  $0,1 \text{ Вт / м} \cdot \text{К}$  обычно называют эффективными теплоизоляционными материалами (в среднем  $\rho = 100\text{-}200 \text{ кг / м}^3$ ,  $\lambda = 0,05\text{-}0,07 \text{ Вт / м} \cdot \text{К}$ ).

Теплоизоляционные материалы различаются по следующим характеристикам: основной вид сырья; структура; форма; горючесть (воспламеняемость); связующая структура.

В зависимости от вида сырья все теплоизоляционные материалы делятся на две основные группы: неорганические и органические.

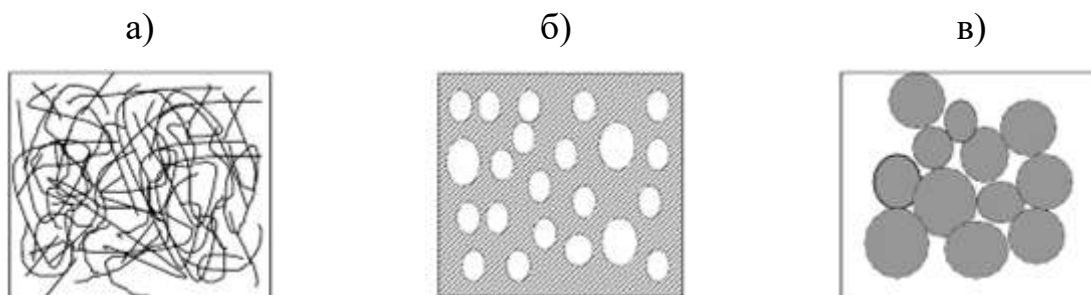
К неорганическим материалам относятся минеральная и стекловата, пеностекло, пенобетон, вспученный перлит и вермикулит, теплоизоляционная керамика, а также теплоизоляционные массы и изделия, содержащие асбест.

К органическим материалам относятся древесные материалы, стебли различных растений (торф, лен, тростник, солома), а также газонаполненные

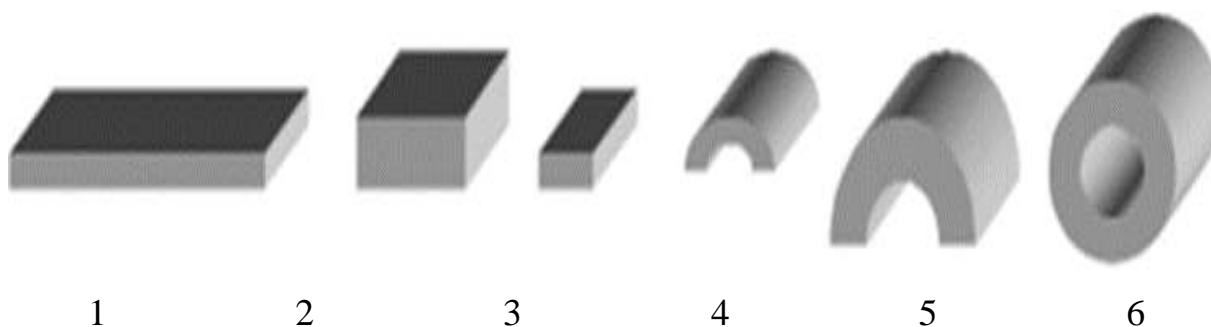
пластмассы.

Существует группа материалов, изготовленных из смеси органического и неорганического сырья, таких как древесное волокно и древесноволокнистая плита из цемента, изделия из минеральной ваты с синтетическим связующим, вспененные пористые пластмассы, наполненные вспученным перлитом или, особенно, немного керамзитом. и другие виды материалов. Смеси неорганических и органических веществ классифицируются как неорганические, если их количество в смеси превышает 50% по весу.

Теплоизоляционные материалы делятся на: волокнистые (а); клеточный (б); донадор (с);



По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы делятся на: сыпучие (хлопок, перлит и др.); плоские (плиты - 1, маты, войлок и др.), фасонные (блоки - 2, кирпичи - 3, сегменты - 4, полуцилиндры - 5, цилиндры - 6); шнур (шнуры, комплекты).



Горючие материалы и изделия делятся на: негорючие; сложные картинки; легковоспламеняющийся.

В зависимости от состава связующего: связующее (листы минеральной

ваты на связующем); нс, содержащие связующее (минеральная вата).

В сухом состоянии, в зависимости от средней плотности, кг / м<sup>3</sup>, теплоизоляционным материалам присваивают марки 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300 350, 405.

Материалы со средней плотностью относятся к ближайшему высшему классу.

Теплопроводность материалов в зависимости от ограниченной температуры использования указывается в местных стандартах или спецификациях для определенных видов материалов и изделий при температуре 25 ° С - для материалов и изделий, используемых при температурах до 200 ° С; Для материалов и изделий, используемых при температурах от 125 ° С до 500 ° С; Для материалов и изделий, используемых при температурах от 300 ° С до 500 ° С.

В зарубежных нормативных документах теплопроводность определяется при других температурах (например, при 10 ° С). Для определения теплопроводности инородных теплоизоляционных материалов ее необходимо пересчитать в соответствии с внутренними требованиями.

- минеральная и стекловата и изделия из нее (тарелки, ковры, фасонные изделия);

- материалы и изделия из асбесто-извести, асбесто-магнезиального, асбесто-доломитового, асбесто-диатомитового;

- ячеичковое стекло и изделия из него;

- перлит вспученный, перлит битумный; пластоперлит, перлитовый цемент, перлитофосфогель, силикатный перлит, стеклянный перлит, керамоперлит, лигноперлит, эпсоперлит, термоперлит;

- вермикулит вспученный;

- диатомитовая и диатомитовая пена и изделия из них;

- легкий бетон на основе пористых заполнителей;

- легкий бетон на основе органических заполнителей;

- ДВП мягкий, ДВП, тростник, целлюлозный хлопок, изоляционный



материал;

- плиты и блоки торфяные теплоизоляционные;
- войлок строительный;
- пенополистирол (плиты и арматура);
- пенополиэтилен, пенополипропилен (листы, рулоны, изоляция труб);
- пены на основе фенолформальдегидных, карбамидоформальдегидных полимеров (составы для тарелок и посуды);
- пенополиуретаны (плиты, листы, фасонные изделия);
- пенопласты (листовая и трубная изоляция).

### **Контрольные вопросы.**

1. Утепление промышленных зданий.
2. Теплоизоляционные конструкции.
3. Теплоизоляционные материалы и конструкции.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.

*Основные термины: теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.*

#### 14.1. Общие сведения

Построить дом своей мечты - задача не из легких, но выполнимая. Мы соединяем дом с семьей, теплом, комфортом, безопасностью и благополучием. Именно поэтому мы стремимся гармонизировать нашу жилую среду, сделав ее максимально прочной, качественной и комфортной.

Сегодня строительство - неотъемлемая и важная часть индустриализации, охватывающая практически все слои населения. Новые технологии в сочетании с лучшими практиками позволяют возводить здания и сооружения, отвечающие всем нормам безопасности. Важной составляющей безопасности и качества здания является срок службы здания - его долговечность. Мы хотим видеть наш дом как прочную, надежную, долговечную конструкцию, способную противостоять любым негативным аспектам окружающей среды.

Понятно, что прочность здания в целом зависит от прочности его составляющих. В первую очередь срок службы фундаментов и несущих элементов, стен или каркасов. Другие конструкции - окна, полы и облицовка - могут быть менее прочными и по мере их устаревания могут быть заменены новыми во время капитального ремонта. Долговечность здания также включает понятие срока службы или стандартного периода эффективной работы основных элементов здания и окружающих конструкций. От начала эксплуатации здания до его демонтажа и разрушения элементы здания должны выдерживать внешние воздействия, к которым должны относиться

изменения внешней температуры, влажности, агрессивной среды, ветра и других погодных факторов. Конечно, большая часть нагрузки от внешней среды приходится на стены. Под воздействием внешних и внутренних факторов в окружающих конструкциях развиваются деструктивные процессы, что снижает прочность используемых материалов. Использование качественной теплоизоляции позволяет максимально долго сохранять несущие элементы здания и защищать их от различных агрессивных воздействий окружающей среды.

#### **14.2. Прочность теплоизоляционных строительных конструкций.**

Методы оценки и повышения долговечности строительных конструкций сложны и основаны на сочетании полевых исследований существующих зданий, экспериментальных лабораторных исследований образцов продукции и теоретических разработок. Конечно, полевые исследования - самый информативный и надежный метод оценки устойчивости. В полевых исследованиях полезно определить сильные и слабые стороны конструкции, характеристики нагрузок и влияние на них агрессивных сред. Однако этот метод неприемлем для новостроек с использованием новых дизайнерских решений и новых современных теплоизоляционных материалов.

Строительная отрасль за последние несколько лет пережила стремительный рост, и на рынке строительных материалов произошли значительные изменения. Сегодня, например, сложно представить, что стены новостройки вообще не имеют слоев теплоизоляции.

Существует множество решений по теплоизоляции, и в большинстве случаев их применение в конструкциях ограничено техническими характеристиками. Самым распространенным и известным теплоизоляционным материалом, используемым в строительстве, является минеральная вата. Минеральная вата производится из неорганических продуктов, а точнее из природных минералов: каменной ваты из расплавленных вулканических пород, стекловолокна из расплавленного

кварцевого песка.

Обладая более чем 80-летним опытом использования минеральной ваты, она занимает большую долю рынка. Частота использования в строительстве обусловлена его универсальностью, что позволяет использовать материал практически во всех конструкциях и при любых строительных или ремонтных работах. Прочность, эффективность и безопасность минеральной ваты - одно из ее главных преимуществ.

Кроме того, важным фактором обеспечения прочности здания или сооружения являются пожарно-технические свойства минеральной ваты, обеспечивающие огнестойкость строительных конструкций. Минеральная вата - негорючий материал, что существенно отличает ее от других теплоизоляционных материалов. В случае пожара минеральная вата предотвращает распространение огня, тем самым уменьшая его последствия. Это оказывает значительное влияние на выживание и экономическую жизнеспособность здания. Восстановить фасад здания, поврежденного пожаром, дешевле, чем полностью перестроить конструкцию, если здание не защищено.

Обеспечение прочности строительных материалов и конструкций - одна из ключевых задач повышения эффективности строительства. В настоящее время в Российской Федерации не существует единой стандартизированной методики определения долговечности теплоизоляционных материалов в многослойных конструкциях.

Все участники НП «Росизол» производят современные качественные материалы в строительных конструкциях, выдерживающие гарантийный срок не менее 50 лет. В настоящее время мы разрабатываем метод испытаний на долговечность (национальный стандарт), который документирует срок службы теплоизоляционных материалов и гарантирует, что потребитель может работать на объектах жилого, промышленного и гражданского строительства. Будем надеяться, что в ближайшем будущем проектировщикам и строителям будет проще приложить усилия к выбору

типа теплоизоляционного материала для того или иного сооружения.

Сумма таких пор, содержащих воздух с низкой теплопроводностью, создает барьер на пути тепла или холода и приводит к низкой теплопроводности материала. Чтобы улучшить изоляционные свойства материала, желательно, чтобы на пути теплового потока было столько отверстий для воздуха, а граничащие с ними тонкие стенки располагались в виде сот.

Изолирующие свойства воздуха проявляются только в спокойном состоянии, поскольку движущийся воздух способствует передаче тепла. Большая пористая вогнутая структура материала с вытянутыми отверстиями создает условия для образования конвекционных воздушных потоков, что увеличивает теплопроводность материала. Чем меньше объем воздуха, захваченного в отверстиях, тем он менее подвижен и тем лучше его изоляционные свойства.

Теплоизоляционные свойства материалов также зависят от объема воздуха, задержанного в отверстиях, и соотношения твердых частиц на единицу объема материала. Чем тоньше твердый слой, окружающий отверстия, тем лучше термозащитные свойства материала и ниже его теплопроводность. В очень пористых материалах с очень низкой плотностью объем воздуха в них настолько велик, что теплоизоляционные свойства настолько велики, что роль твердых частиц в передаче пренебрежимо мала. В таких материалах теплопроводность может быть близкой к теплопроводности воздуха (например, в мипоре).

Если мы сравним теплопроводность материалов с одинаковым составом материала, но разной пористостью, мы увидим, что теплопроводность почти пропорциональна плотности материала, то есть составу твердого тела в них.

Пористые и пористые каналы в материале могут быть созданы путем его вспенивания, добавления газообразующих добавок при производстве материала, контактного склеивания или спекания отдельных зерен и частиц материала, сцепления большого количества волокон друг с другом и скоро.

Структура материала существенно влияет на его теплозащитные свойства. Особенно это касается волокнистых материалов. Например, теплопроводность древесины по волокнам примерно в 2 раза выше, чем теплопроводность по волокнам. Размер зерна имеет большое значение при описании теплоизоляционных свойств материалов, используемых в виде наполнителей. По мере уменьшения размера зерна улучшаются теплозащитные свойства материала, даже если его плотность остается неизменной.

Таким образом, учитывая общий характер строения теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод, что заполненные воздухом отверстия придают материалам низкую теплопроводность, но только в том случае, если поверхность этих отверстий покрыта водяной пленкой или пеной. Если заливается водой, то резко снижаются теплоизоляционные свойства материалов. Это связано с тем, что вода имеет более высокую теплопроводность, чем воздух (примерно в 25 раз). Поэтому теплоизоляционные материалы при эксплуатации необходимо беречь от влаги.

Расширение области применения различных теплоизоляционных материалов и конструкций ставит перед наукой и практикой задачу обеспечения их высокого качества, прежде всего долговечности.

Понятие долговечности теплоизоляционных материалов можно определить как их способность выдерживать определенное время основные показатели эффективности при определенных условиях. Поэтому для определения долговечности необходимо знать условия, при которых теплоизоляционный материал находится в проектируемой конструкции.

В отечественной и зарубежной практике тенденция к более широкому использованию при проектировании и строительстве легких конструкций зданий и сооружений общего и специального назначения привела к резкому увеличению спроса на теплоизоляционные материалы с повышенной жаро- и огнестойкостью. Этим требованиям на высшем уровне отвечают перлит, некоторые виды пористых пластиков, а также теплоизоляционные материалы

на минеральной и стекловолоконной основе.

Их использование в легких многослойных корпусах действительно может снизить расход материалов при строительстве, а также снизить потребление энергии и топлива во время эксплуатации.

В связи с относительно низкой термостойкостью некоторых видов пористых пластиков и отсутствием сырья для массового производства огнестойких теплоизоляционных изделий Госстрой в России ограничил использование некоторых видов пенопласта в строительстве. В будущем планируется увеличить производство продукции на основе перлита, а также минеральных, стеклопластиковых и других продуктов. Как упоминалось в предыдущих разделах учебника, крупнейшим промышленным производством широкого спектра теплоизоляционных материалов и изделий являются маты и плиты из минеральной ваты (более 50%).

Имея это в виду, в данном руководстве рассматривается эксплуатационная долговечность теплоизоляционных материалов на примере изделий из минеральной ваты (МВИ).

Изделия из минеральной ваты (МПВ) изготавливаются из минеральной ваты, мягкого материала, состоящего из тонких волокон и неволокнистых добавок со стекловидной структурой.

Специфика технологии, количественное соотношение волоконных и неволокнистых добавок, физико-химические свойства волокон и связующих, используемых в производстве, определяют эксплуатационные свойства минеральной ваты.

Изучение эксплуатационных свойств минеральной ваты является очень сложным объектом, что в основном связано с особенностями их структуры: волокнистый каркас из минераловатных волокон со средним диаметром 6-9 мкм (г пористость 88-95 %) и длиной до 30-50 мм, синтетическим связующим (3-8% по весу) при термообработке или полученная структура из полимерных нитей, металлической проволоки и т. д. прикрепляется к изделию с желаемыми свойствами с помощью шитья. На их

эксплуатационные свойства влияет не только вид сырья, свойства волокон и связующих, но и структурные свойства, степень заводской готовности МПМ.

Поверхностные слои волокон из базальта и мергеля и многокомпонентных смесей имеют меньше дефектов, чем из шлаков.

Заданная структура минераловатного ковра, состоящая из минеральных ватных волокон, неволокнистых добавок и синтетического связующего (до 8-10% по весу), устанавливается в процессе термообработки. Прочностные и эксплуатационные характеристики минераловатных материалов зависят от того, насколько равномерно связующее распределяется в объеме ковра и насколько полностью затвердевает в процессе термообработки.

Хлопковые материалы в основном включают полноту затвердевания связующего, которая зависит от методов термообработки ковра. При недостаточной степени поликонденсации фенольных спиртов минераловатные материалы интенсивно разрушаются даже при температуре 18-20 ° С на складе, а деструктивные процессы усиливаются при повышении влажности до 100%, поэтому в первые дни хранения при температуре не выше 100%. При положительных температурах связующие минераловатные материалы с недостаточной степенью твердения затвердевают незатвердевшей части связующего за счет продолжения структурных процессов, а затем резко теряют прочность: чем выше степень разрушения, тем ниже скорость твердения связующего, окружающая среда - температура окружающего воздуха низкая, а влажность высокая.

Внезапные перепады температуры, переменная влажность и агрессивное воздействие материала минеральной ваты на структуру приводят к развитию микродефектов и трещин в волокне, а также к внутренним напряжениям в каркасе материала, в основном в местах скопления групп волокон. На границах раздела волокно-связующее это приводит к ослаблению связей между связующим и волокном, нарушению структуры продукта и его постепенному разрушению.

Наибольшие повреждения наблюдаются в слое теплоизоляции,



прилегающем к внешнему слою конструкции стеновых панелей, рулонной кровле облицовки здания, наружным слоям изолированного оборудования и труб.

Уменьшение расчетной (оптимальной) толщины теплоизоляционного слоя минеральной ваты не только ухудшает его выработанные качества, но и способствует интенсификации разрушительных процессов в изоляционном слое и снижению его надежности.

Надежность в соответствии с действующим стандартом (ГОСТ 13377) определяется способностью объекта выполнять заданные функции, своевременно поддерживая значения заданных эксплуатационных характеристик в заданных пределах, соответствующих проектным режимам и условиям. использования, , обслуживание, ремонт, хранение и транспортировка.

Эксплуатационные свойства МП, используемого в качестве слоя теплоизоляции внутренних конструкций, связаны с нестационарным воздействием температуры и влажности. Долговечность материалов при периодических изменениях температуры и влажности (эксплуатационная стойкость) является доминирующей.

Однако в некоторых случаях отдельные изделия из минеральной ваты недостаточно стабильны в условиях высокой влажности, что приводит к ухудшению функциональных и дизайнерских свойств изделий (вплоть до их исчезновения) перед использованием в конструкциях. Таким образом, основными параметрами, по которым могут быть изучены эксплуатационные характеристики МП, являются указанная в стандартах морозостойкость и влагостойкость.

Известно, что оценка термостойкости и влажности ряда материалов (бетон, кирпич и др.) Проводится в основном после испытания их на хладостойкость. Однако материалы, показавшие при испытаниях низкую морозостойкость, в ряде случаев оказались очень надежными даже в суровых арктических условиях. Известны примеры, когда изделия, образцы которых

полностью выдерживают стандартные испытания на морозостойкость, относительно быстро портятся в процессе эксплуатации. В основном это связано с тем, что во время испытаний на хладостойкость не было обнаружено сходства этого материала с условиями, имеющимися в реальных окружающих конструкциях, в результате чего многие факторы, влияющие на эксплуатационные свойства, не принимаются во внимание.

Поэтому целесообразно проводить исследования хладостойкости теплоизоляционных материалов с односторонним циклическим замораживанием и оттаиванием (а. №209826) на хладостойкость теплоизоляционных материалов. окружающая конструкция: с одной стороны образца влияет на температуру и влажность внутреннего микроклимата отапливаемого помещения, а с противоположной стороны - то же самое.

Временной период - это расчетная температура и влажность наружного воздуха. Возможно изучение действия агрессивных факторов, а также одновременное проведение сравнительных испытаний образцов под нагрузкой. В основе этой методики, в отличие от стандартного метода определения морозостойкости, лежит обратное: необходимо определить количество ускоренных циклов испытаний в камере, которое приводит исследуемые образцы к приемлемому уровню (для определенных условий эксплуатации). ) снижение прочности или других условных свойств материала, ниже которых расчетные характеристики не гарантируются.

### **14.3. Теплоизоляционные конструкции.**

Теплоизоляция предназначена для снижения интенсивности процессов отвода и передачи тепла через стенки промышленных трубопроводов и оборудования, а также окружающие конструкции строящихся зданий и сооружений.

Конструкция, теплозащита и эксплуатационные свойства промышленных теплоизоляционных конструкций определяются параметрами эксплуатации и условиями эксплуатации утепляемого объекта и

внешними условиями эксплуатации конструкции.

Условия эксплуатации теплоизоляции и, соответственно, выбор той или иной конструкции теплоизоляции во многом зависит от типа утепляемого объекта. К основным видам промышленных теплоизоляционных объектов относятся:

- технологическое оборудование и энергосистемы, холодильное оборудование и трубопроводы;
- тепловые сети;
- промышленные печи и дымоходы;
- строительные конструкции зданий и сооружений;
- транспортное средство.

Объекты теплоизоляции в нефтяной и химической промышленности - ректификационные колонны, регенераторы, скрубберы, реакторы, нагреватели, теплообменники, резервуары для хранения нефтепродуктов, коллекторы конденсата и др.

Теплоизоляция в энергосистемах выполняется на оборудовании и трубах ТЭЦ и котельных. Паровые котлы, паровые и газовые турбины, нагреватели, испарители, деаэраторы, резервуары, котлы, насосы, дымососы, газовые трубы, вентиляторы, сепараторы, циклоны и т. Д. Зависят от теплоизоляции.

Теплоизоляция в различных отраслях промышленности включает в себя металлургию, стекловарение, отопление, отопление, вращающиеся печи, электрические печи, промышленные сушилки, туннельные и нагревательные печи, котлы-утилизаторы, нагреватели, воздухонагреватели, металлические, кирпичные и железобетонные дымоходы. .

В жилых и производственных зданиях и сооружениях утеплены фундаменты, стены, полы и потолки, палатки, системы горячего и холодного водоснабжения.

На транспорте изолированы легковые и изотермические автомобили, авторефрижераторы, все типы судов, городской транспорт, авиация.

Промышленные теплоизоляционные объекты классифицируются по

нескольким критериям, мы покажем некоторые из них.

В зависимости от температуры изолируемых поверхностей они делятся на с положительной и отрицательной температурой поверхности.

По геометрической форме и размеру различают объекты теплоизоляции, в том числе:

- плоские (стены, полы, холодильники промышленных и жилых зданий; стены, полы, своды отопительных приборов, поверхности технологических устройств);
- поверхности с большим радиусом кривизны (вертикальные и горизонтальные технологические устройства, колонны, емкости диаметром более 1600 мм);
- поверхности оборудования и труб диаметром 500-1600 мм; трубы диаметром до 500 мм;
- Поверхности сложной конфигурации (фланцевые соединения труб и аппаратов, арматура, расширители, отводы, тройники).

В зависимости от расположения объектов теплоизоляции конструкции могут располагаться внутри помещений, на открытом воздухе или под землей. Подземные трубы можно прокладывать без каналов или в каналах (средние и непроницаемые) и в тоннелях.

В зависимости от назначения утепляемого объекта распространены следующие виды теплоизоляции: промышленная - изоляция промышленного оборудования и труб; строительство - утепление зданий и сооружений зданий.

Теплоизоляционные конструкции технологических устройств.

Применяются теплоизоляционные конструкции на основе теплоизоляционных матов и ДВП.

Используется для вертикальных и горизонтальных цилиндрических технологических устройств с наружным диаметром более 530 мм.

Одно- и двухслойные конструкции с креплением теплоизоляционного слоя горизонтальных и вертикальных устройств к каркасу. Для

горизонтальных устройств с наружным диаметром от 530 до 1420 мм (резервуары, теплообменники и т. Д.) Предпочтительнее установить слой теплоизоляции на проволочном каркасе.

При утеплении оборудования теплоизоляционными коврами по длине устройства в зависимости от ширины ковра на его поверхность устанавливаются кольца из проволоки диаметром 2-3 мм и диаметром 500-600 мм. Набор стяжек из проволоки 1,2 мм прикрепляется к кольцам с шагом 500 мм по дуге кольца.

Утеплитель в один слой состоит из четырех завес в комплекте, утеплитель в два слоя - из шести. Крышки проходят через швы, протыкают циновки посередине и связывают их от пучка к пучку.

На поверхность оборудования планируется установить бандажи из металлической ленты размером 0,7 x 20 мм поверх матов, скрепленных каркасными застежками.

Бинты волнистые устанавливаются на высоте 450 или 500 мм, 50 или 100 мм от края ковра (три полосы для ковра шириной 1200 мм) с однослойным утеплителем и по внешнему слою. двухслойный утеплитель. Вместо бандажей по внутренним слоям многослойной изоляции предусмотрены кольца из проволоки диаметром 500 мм и диаметром 2 мм.

Под фланцевые соединения и устройства следует устанавливать опорные конструкции в виде колец.

Кольца также устанавливаются на метизы длиной 2 м. Элементы несущих конструкций в виде колец, уголков, кронштейнов или строп можно сваривать или скреплять болтами.

Рекомендуется окрасить элементы черной сталью для предотвращения коррозии.

Расход материалов, входящих в состав теплоизоляции, определяется габаритами устройства и его конструкцией (наличие фланцевых соединений, патрубков, выступов, отвердителей и т. Д.).

Для оборудования наружным диаметром 530-1420 мм допускается

закрепление слоев теплоизоляции лентой 0,7 x 20 мм и бандажами из подвесов для теплоизоляционных конструкций на основе матов. Ленты укладываются с шагом 500 мм от края ковра до паза 100 мм (три полосы для ковра шириной 1200 мм). Между средними лентами располагаются проволочные подвески диаметром 1,2 или 2 мм. Под подвеской следует установить подкладку из стеклопластика.

При утеплении оборудования пластинами из минерального волокна и стекловолокна шаг колец проволоки на поверхности аппарата принимается равным 500 мм; этап установки шторки по пружине должен быть 500 или 600 мм. Усадочные швы плиты должны пересекаться в отверстиях для колонн (1000-1250 мм) и должны пересекаться в отверстиях для колонн. По внешнему слою вдоль плит также проходят три полосы. Усадочные швы плит должны пересекаться в отверстиях под колонны диаметром 2 мм.

Для вертикальных устройств с наружным диаметром от 530 до 1420 мм - теплообменников, колонн, баков - для колец рекомендуется закрепить слой теплоизоляции пластин с помощью проволочного каркаса из проволоки диаметром 2-3 мм. и резьбы, установленные на аппаратной поверхности; провода диаметром 1,2 мм - для кабельных соединений; провода диаметром 2 мм - для колец, устанавливаемых по внутреннему слою теплоизоляции в двухслойных конструкциях.

При утеплении плитами кольца на поверхности аппарата устанавливаются с шагом 500-600 мм, а шпальные гарнитуры - с шагом 500-600 мм по периметру колец в зависимости от размеров плит.

Для предотвращения проскальзывания колец на них устанавливаются вертикальные резьбы, которые в зависимости от конструкции устройства могут устанавливаться на фланцы, патрубки, разгрузочные устройства или кольца для конструкций теплоизоляции верхним концом. приварен к проволоке аппаратом диаметром 5 мм ...

Плиты рекомендуется размещать вертикально длинной стороной.

Усадочные швы плит должны пересекаться в отверстиях колонн на

расстоянии от 1 до 50–125 мм. Бинты крепятся проволоочной нитью диаметром 2 мм.

Устройства опускания (кольца, кронштейны) устанавливаются на фланцевых соединениях и внизу устройства с шагом 2–3 метра по высоте устройства.

Они могут быть прикручены к сварным или конструктивным элементам. Установленные на загрузочных устройствах диафрагмы не должны касаться защитной крышки.

При утеплении вертикальных устройств матами в зависимости от конструкции устройства размещение матов может быть горизонтальным или вертикальным.

При вертикальном расположении матов (длинная сторона по высоте аппарата) сохраняется верхнее положение элементов каркаса.

При горизонтальном положении матов шаг колец следует изменить с 500 до 600 мм, а шаг закрепления стыков в нервюрах должен быть 500 мм по арке кольца.

Одно- и двухслойные конструкции теплоизоляции горизонтальных и вертикальных устройств с креплением слоя теплоизоляции на шпильки. Крепление теплоизоляционного слоя шпильками рекомендуется для вертикальных и горизонтальных поверхностей с большим радиусом кривизны и плоских поверхностей (резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, резервуары для горячей воды, резервуары для питьевой воды и пожаротушения, в том числе для технических нужд). разработан. боевые, металлические стволы, дымоходы, другое масштабное оборудование).

Крепление Следует отметить, что стандартное расположение свариваемых деталей (скобы из ленты 3 x 30 мм для установки шпилек из проволоки диаметром 5 мм) осуществляется на заводе по ГОСТ 17314. -81, это шаг сварки 500 x 500 мм для вертикальных и направленных вверх горизонтальных поверхностей, эллиптических и сферических верхней и

нижней частей аппарата и шаг 250 х х 250 мм - для поверхностей, обращенных вниз. Такое расположение свариваемых деталей обусловлено стандартными размерами теплоизоляционных изделий, производимых российскими предприятиями, умноженными на 500 мм.

Такое расположение крепежа затрудняет использование изделий других размеров, так как требует использования дополнительных крепежных элементов для усиления теплоизоляционного материала.

Как теплоизоляционные маты, так и плиты можно использовать для изоляции горизонтальных устройств с наружным диаметром 1420 мм в теплоизоляционных конструкциях, скрепленных шпильками.

В матах просверливаются штифты, закрепленные на предварительно приваренных скобах, с шагом 500 х 500 или 250 х 250 мм по поверхности устройства, а дно устройства часто ступенчато.

После скрепления шпильками маты дополнительно устанавливаются горизонтальными нитями проволоки диаметром 1,2 или 2 мм и связываются стяжками из той же проволоки. Крепление нитками и завязками осуществляется надеванием на булавки.

Затем бинты устанавливаются с шагом 250 мм и глубиной 100 мм от края ковра, если они наматываются вокруг аппарата (пять лент на одну основу шириной 1200 мм).

Если маты расположены на длинной стороне по оси аппарата, биндажи также устанавливаются с шагом 250 мм и в паз 100 мм от начала слоя теплоизоляции.

При утеплении двухслойными матами внутренний слой закрепляется нитками, соединенными кольцами и шпильками из проволоки диаметром 500 мм, внешний слой теплоизоляции дополнительно закрепляется стяжками. Бинты по штифтам, горизонтальным нитям и бинты из ленты 0,7х20 мм.

Если скобы или штифты не приварены к устройству на заводе и их можно приварить к инструменту на месте установки, вы можете приварить штифты, используя скобу из накладки или ленты 3 х 30 мм. при утеплении



матами и с шагом 300 x 625 мм 600 x 600 или 300 x 300 мм (аналогично рекомендациям ГОСТ 17314) шаг (625 - по длине метизов, 300 - по периметру) 600 x 1250 мм в утеплении плитами.

При утеплении горизонтальных устройств пластинами их необходимо размещать с другой стороны по оси устройства. При утеплении двумя слоями плитки первый слой следует приклеивать ручкой. Установка металлической сетки с ячейками 12-25 мм из проволоки диаметром 1,0-1,2 мм увеличивает сцепление пластин с металлической поверхностью и надежность конструкции.

Элементы несущих конструкций устанавливаются по тому же принципу, что и устройства меньшего диаметра.

Вставные штифты изготовлены из проволоки диаметром 4-5 мм. Длина штифта рассчитывается исходя из толщины теплоизоляции с учетом прибавки на ширину кронштейна и поправки на изгиб стержня в слое теплоизоляции. Одиночные штыри используются для однослойной изоляции, а два штыря используются для двухслойной изоляции. Изгиб штифта 40 или 50 мм.

Кронштейны приварные, размеры шпильки одинарной и двойной регламентируются ГОСТ 17314.

Для вертикальных устройств с наружным диаметром более 1420 мм могут применяться теплоизоляционные конструкции на основе ДВП или матов, а также крепление на шпильки - заглушки или приварные.

Для закрепления бинтов внешний слой снабжен проволочными нитками диаметром 2 мм.

На место опорных колец будут установлены фланцевые соединения и нижние части устройства, а также устройства для опускания после высоты трех метров.

Конструкции теплоизоляции нижней части вертикальных и горизонтальных устройств. В зависимости от диаметра и конфигурации нижней части оборудования теплоизоляционный слой матов или плит может

крепиться:

- проволочные стяжки и бинты или нити диаметром 2 мм;
- булавки, ленты или нитки.

Как правило, один конец бандажа и нити прикрепляют к проволочной петле, приваренной или обвязанной вокруг трубы, а другой конец - к проволоке или опорному кольцу (разгрузочному устройству), установленному снизу (рисунок 14.1).

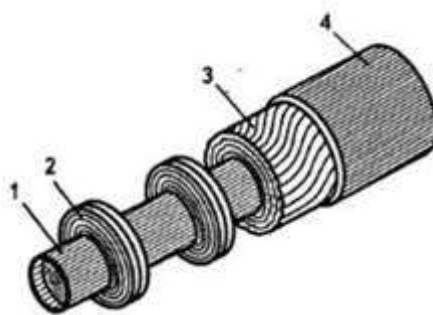
Конструкция теплоизоляции фланцевого соединения устройства. Люки и фланцевые соединения оборудования периодически проверяются, поэтому используются съемные конструкции теплоизоляции.

Съемные конструкции могут быть полностью собраны - в виде полубоксов или боксов, а полностью - в виде матрасов и футляров.

В качестве теплоизоляционного слоя в таких конструкциях используются маты из минерала и стекловолокна.

В качестве составной части конструкции следует использовать маты в виде матрасов из стекловолокна со всех сторон. Кровати изготавливаются из стеклопластика или проволоки диаметром 0,8 мм.

Кровати крепятся к утепленной поверхности пряжками и бинтами.



Дирижер 1; 2 базовых кольца; 3-фольга; Защитная крышка 4.

**Рисунок 14.1. гофрированная конструкция из алюминиевой фольги.**

Матрасы оснащены съемным металлическим корпусом, который может крепиться непосредственно к телу с помощью приваренных замков или с помощью бандажей с замками, закрепленными на теле.

При изоляции фланцевых соединений оборудования ширина матраса из

матов в обшивке должна быть равна ширине фланцевого соединения и двум длинам болтов, соединяющих фланцевый соединитель, не менее 200 мм для монтажа на плюс. поверхность теплоизоляционной конструкции аппарата, длина которой составляет фланцевое присоединение к внешнему периметру теплоизоляционной конструкции (с учетом толщины теплоизоляции фланца). Если толщина теплоизоляции корпуса устройства больше высоты фланца, длина матраса определяется диаметром теплоизоляционной конструкции корпуса оборудования и толщиной теплоизоляционной конструкции. фланцевое соединение.

Для фланцевых соединений большого диаметра по периметру фланца могут быть предусмотрены два или более матраса.

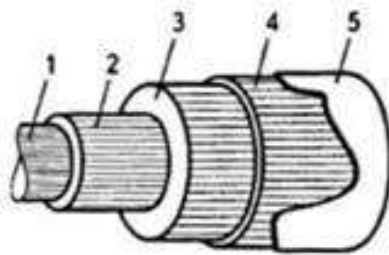
Маты могут использоваться в составе сборных теплоизоляционных конструкций (полукамеров) для изоляции люков устройств и фланцевых соединений.

В этом случае маты можно использовать как дополнение к телу или полу-телу в виде матрасов, прикрепленных к металлической поверхности тела или прикрепленных булавками.

Допускается использование матов в сборных конструкциях, облицованных снаружи тонкой сеткой из металлической сетки, которая также скрепляется шпильками. Края сетки заключены в металлический корпус. Можно использовать стекловолокно или стекловолотно.

Основания, оклеенные с одной стороны алюминиевой фольгой, могут использоваться в дополнение к металлическим сетчатым полукорпусам при температуре изолированной поверхности, соответствующей термостойкости клейкой фольги и теплоизоляционного материала.

Проектирование горизонтальной крышки устройства. Как правило, для устройств используются металлические защитные покрытия. Плиты или полосы из алюминия и алюминиевых сплавов, оцинкованной или кровельной (с покраской) стали, металлопластика (рис. 14.2) для изготовления элементов защитных покрытий.



1 утепленная поверхность; 2-й смазочный слой; 3-й базовый слой; 4-й слой гипса; 5 Наружное покрытие.

### **Рисунок 14.2. Мастика строительная теплоизоляция.**

Крепление защитного покрытия горизонтальных устройств осуществляется антикоррозийным покрытием или заклепками саморезами 4 x 12 мм. Шаг установки шурупов (заклепок): по горизонтали 150-200 мм, по окружности - 300 мм.

Для ускорения монтажа элементы защитного покрытия можно соединять (разрезать) горизонтальными складками шириной 8-10 мм.

D - D) для крупномасштабных изображений. Для придания жесткости конструкции защитного покрытия элементы покрытия завертывают горизонтально по торцам и по окружности с радиусом выступа 5 мм.

Крышка должна поддерживаться опорными кольцами или другими приваренными опорными элементами.

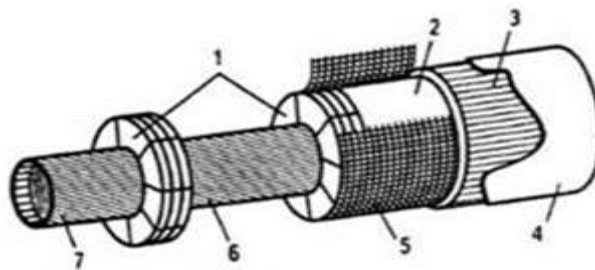
Опорные кольца могут быть изготовлены из ленты 2 x 30,3 x 30,2 x 40 мм или 3 x 40 мм. Для теплоизоляции объектов с положительной температурой поверхности металлические несущие конструкции должны иметь элементы с низкой теплопроводностью для снижения температуры на поверхности соприкасающегося с ними защитного покрытия. Как правило, используются подставки или разделители из асбестового картона.

Для утепления поверхностей с отрицательными температурами используются стеклопластиковые или деревянные элементы для устранения «мостиков холода».

Температуру в защитном покрытии устройства устанавливают с шагом 5

м по длине швов. Температурные швы выполняются по кругу без закрепления винтами.

Проектирование защитной крышки для вертикального устройства. Металлические защитные покрытия применяются как для вертикальных, так и для горизонтальных устройств (рисунок 14.3).



1-базовые кольца; 2-й основной теплоизоляционный слой; 3-й слой штукатурки; 4-внешние шторы; 5-металлическая сетка; 6-ти проводные кольца; 7-изолированный трубопровод.

**Рисунок 14.3. Строительство утеплителя путем укладки под сетку.**

Крепление защитного покрытия вертикальных устройств также осуществляется антикоррозийным покрытием или заклепками в виде саморезов 4 x 12 мм. Шаг установки шурупов (заклепок): по вертикали не более 150-200 мм, по горизонтали - не более 300 мм.

Защитный кожух высотного аппарата должен иметь компенсаторы, в которых элементы защитного кожуха опираются на разрядные устройства или зажимы и не должны крепиться горизонтально (по кругу). Также можно установить зажимы на передние листы обложки.

Разгрузочные устройства устанавливаются по высоте устройства с шагом по высоте не более 3-4 м. Разгрузочные кольца также устанавливаются вверху и внизу оборудования.

Необходимо спроектировать элементы покрытия, чтобы придать жесткость структуре защитного покрытия.

### **Контрольные вопросы.**

1. Прочность теплоизоляционных конструкций.
2. Теплоизоляционные конструкции.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.
3. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.
4. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА XV

### ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ

*Ключевые слова:* теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.

#### 15.1. Общие сведения

Самыми горючими теплоизоляционными материалами с уверенностью можно назвать целлюлозную вату (без жаропонижающих добавок) и пенополиуритан. Целлюлозная вата может гореть при температуре выше 160 °С, что ниже температуры горения древесины, а значит, устанавливать такой ватный утеплитель в деревянном доме опасно. Пенополиуретан легко воспламеняется даже при очень низких температурах, и при горении выделяет токсичные соединения, опасные для человека.

Еще один горючий теплоизоляционный материал - пенополиэтилен: им нельзя утеплять дом, так как опасность возгорания или плавления возникает уже при температуре + 100°С.

#### 15.2. Водонепроницаемость теплоизоляционных конструкций.

Минеральная вата и пенополистирол - практически негорючие изоляционные материалы. Пенополистирол бывает разных видов, в том числе самозатухающий - обозначается буквой «С». Самовозгорание такого пенополистирола занимает не более 1 секунды, и он самовозгорается при температуре выше 490°С.

Учитывая тот факт, что такие материалы, как текстиль, лакокрасочные материалы, линолеум, деревянные конструкции горят внутри жилого дома с температурой горения от 190°С, на практике опасность возгорания очевидна

из-за утеплителя из пенополистирола. нет Пожар, начатый снаружи, в конечном итоге затронет пенополистирол.

В любом случае дом, спроектированный и построенный без строгого соблюдения технологий, - это слабая конструкция.

Влагостойкие утеплители.

Многие регионы России имеют проблемы с наводнениями и наводнениями - особенно на Кубе, в низовьях Волги, а также в северных регионах - Ленинграде, Пскове. В целом периоды повышенной влажности весной и осенью наблюдаются практически повсеместно.



В этом смысле минеральная вата - самое неудачное решение, потому что она интенсивно впитывает влагу и не быстро ее возвращает. А при намокании ваты резко снижаются теплоизоляционные свойства дома. Частично эту проблему можно решить дополнительной гидроизоляцией, но не всегда - например, гидроизоляция кровли ватой не очень эффективна. Наименее гидроизоляционным материалом является пенополистирол.

Обращаясь к теме экологичности, можно заметить, что пенополистирол здесь также проявляет прекрасные свойства. Например, при производстве пенополистирола не используются токсичные компоненты, а количество стирола в готовом продукте не превышает 0,002 мг на 1 кубический метр.

Согласно испытаниям, проведенным в Московском научно-исследовательском институте гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, этот стирол не



обнаруживается в пробах воздуха в присутствии стеновых панелей со средним слоем пенополистирольного утеплителя.



Пенополистирол, как и все аналогичные материалы, согласно строительным нормам, всегда находится внутри конструкции, спрятан под слоем штукатурки и не контактирует с внутренней или внешней отделкой дома, поэтому нет риска дышать. Кроме того, эта теплоизоляция по определению не содержит хлора или фенолов - токсинов, которые иногда «тускнеют» некачественными декоративными или строительными материалами. Вот почему в экологическом рейтинге Великобритании (BER) пенополистирол имеет наивысший класс экологической безопасности - А+. Это значит, что пенополистиролом можно не только безопасно утеплить дома, но и есть и пить из него.

Теплоизоляционные материалы (ТИМ) - материалы и изделия с низкой теплопроводностью, предназначенные для теплоизоляции зданий, сооружений, тепловых электростанций, технологического оборудования, холодильников, труб, транспортных средств и других объектов.

#### Производство теплоизоляционных материалов

Использование теплоизоляционных материалов - один из важнейших способов экономии энергии, а также важный технологический этап, позволяющий уменьшить толщину элементов конструкции.

Теплоизоляционные материалы - это материалы с низкой теплопроводностью, используемые для теплоизоляции зданий, промышленного оборудования и труб. Спектр используемых в настоящее время изоляционных материалов очень широк - от пенопластов до композиций из минеральной ваты на основе полимеров и неорганических связующих.

Все теплоизоляционные материалы и изделия из них делятся на несколько групп по разным критериям. По основным видам сырья они делятся на: органическое (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, пенополиэтилен, древесноволокнистые изоляционные плиты, изделия из армированного бетона и др.) И неорганическое (базальтовое) волокно, минеральное, керамические и др.). стекловата и изделия из нее, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, пенобетон и др.). По строению: волокнистая, зернистая (пустотелая), ячеистая. Форма: плоская (тарелки, маты, войлок), рыхлая (хлопок, перлит), шнур (шнуры, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). В зависимости от содержания связующего: включено и не включено. Термостойкость: негорючие, легковоспламеняющиеся и горючие.

В настоящее время чаще всего используются следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловолокно и изделия из него, перлитные теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, пенобетон (кобетон и пенобетон). и керамзит. С развитием современных технологий отделки фасадов зданий и сооружений на российском рынке утеплителей из волокнистых теплоизоляционных материалов на основе композиционных полимеров и неорганических связующих особенно быстро растет один из его компонентов - поливинилацетатные дисперсии.

Твердая фаза и основной компонент всех волокнистых теплоизоляционных материалов - это волокнистая вата, получаемая из

растворов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из зерновых и печных шлаков и других отходов металлургического производства. Волокнистый хлопок состоит из стекловолокна и неволокнистых добавок, образующихся при затвердевании силикатного раствора. Волокна в среднем имеют диаметр 1–10 мкм и длину от 2–3 до 20–30 см. Минеральную вату получают из раствора легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, высокосортных шлаков и их смесей. Минеральная вата предназначена для производства теплоизоляционных, звукопоглощающих и звукопоглощающих изделий, а также теплоизоляционного материала с максимальной рабочей температурой 600–700°С в строительстве и промышленности. При высоких температурах наблюдается спекание минеральных ватных волокон. Базальтовое волокно и минеральная вата получают при плавлении базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и им подобных метаморфических пород и мергелей) при температурах до 1500°С. В отличие от минеральной ваты, которая в основном изготавливается из смеси легкоплавких горных пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляторы из базальтового волокна обладают более длительным сроком службы, вибростойкостью, жаро- и водостойкостью. Базальтовая теплоизоляция не меняет своих первоначальных свойств в течение всей эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства стекловолокна и стеклопластика являются куллет, песок, сода, доломит, известняк, этибор и другие компоненты. Волокнистый процесс происходит из массы расплавленного стекла при температуре около 1400°С, которое обычно дефибриллируется центробежной силой в центрифугах.

В настоящее время при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используются три основных волокнообразующих технологии: центробежный выдув, многоканальный и кругово-вертикальный выдув. Наиболее распространен метод центробежного обдува. Следует отметить,

что вата, полученная этим способом, имеет низкое качество и содержит большое количество (до 25%) безволоконистых добавок и волокнообразующих отходов. Метод центрифугирования с вертикальным выдувом обеспечивает безотходную переработку раствора, но из-за низкой производительности и стоимости используемых в процессе питателей из платино-родиевого сплава он в основном используется на линиях с низким КПД. В зарубежной практике наиболее распространен центробежно-вальцовый (центробежный мультивалковый) метод подачи раствора в быстро вращающиеся валки. В России эта технология внедрена на ряде крупных российских предприятий.

Качество изделий из волоконистых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Наиболее важными из них являются химический состав твердой фазы, состав неволоконистых добавок, геометрия и ориентация волокон в пространстве, а также высококачественное экологически чистое связующее.

Химический состав твердой фазы в первую очередь определяет такие свойства теплоизоляционных материалов, как прочность, жаростойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов также определяется параметрами пористой структуры изделия и направлением волокон в направлении напряжения. Равномерное распределение отверстий по размерам и уменьшение их среднего диаметра повышают прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие увеличивается с увеличением количества вертикально ориентированных волокон. Выбор связующего с улучшенной адгезией к заполнителям также положительно сказывается на прочности.

Волокнистая структура обеспечивает еще одну важную особенность волоконистых теплоизоляционных материалов - низкую теплопроводность, а также незначительную усадку изделий и сохранение геометрических размеров в течение всей эксплуатации. Теплопроводность различных видов минеральной ваты при нормальных температурах составляет 0,034 - 0,045

Вт/(мм<sup>°C</sup>) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Самые эффективные теплоизоляторы - это случайно ориентированные волокна.

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, эффективно предотвращают распространение огня и используются в качестве противопожарной и противопожарной защиты. Более кислые формулы более устойчивы, чем основные. Волокнистые изделия из пород группы базальтов можно использовать при очень высоких температурах. Материалы из базальтового волокна могут выдерживать температуры 1000<sup>°C</sup> и выше, и даже после удаления связующего компонента их волокна остаются неповрежденными и связаны друг с другом, сохраняя свою прочность и защищая от огня.

Современные многокомпонентные связующие являются важным компонентом волокнистых теплоизоляционных материалов и оказывают существенное влияние на эксплуатационные и теплофизические свойства волокнистых теплоизоляционных материалов. Волокнистые теплоизоляционные материалы характеризуются высоким водопоглощением, до 600% при погружении в воду. А как известно, повышение влажности теплоизоляционного материала значительно ухудшает его теплоизоляционные свойства. Использование в связующем водонепроницаемых поглотителей позволяет снизить водопоглощение на 1,5-2%. Исследования по выбору связующих для производства теплоизоляционных плит показали эффективность использования для этих целей композиций компонентов органического и неорганического происхождения. Высокие эксплуатационные свойства формируемых в настоящее время комбинированных связующих, содержащих дисперсию поливинилацетата, синтетические смолы, натриевое жидкое стекло, поверхностно-активные вещества, водоотталкивающие агенты, пудру и другие добавки, обеспечивают термостойкость и водонепроницаемость, эффективную водонепроницаемость, репеллентные свойства, структурная

стабильность, стабильность геометрических размеров на протяжении всего срока службы.

Технология производства теплоизоляционных материалов из пенополиуретана - частный случай производства материалов для теплоизоляции различных способов производства и применения. Использование теплоизоляционных материалов - один из важнейших способов экономии энергии, а также важный технологический этап, позволяющий уменьшить толщину элементов конструкции. Теплоизоляционные материалы - это материалы с низкой теплопроводностью, используемые для теплоизоляции зданий, промышленного оборудования и труб. Спектр используемых в настоящее время изоляционных материалов очень широк - от пенопластов до композиций из минеральной ваты на основе полимеров и неорганических связующих. Все теплоизоляционные материалы и изделия из них делятся на несколько групп по разным критериям. По основным видам сырья они делятся на: органическое (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, пенополиэтилен, древесноволокнистые изоляционные плиты, изделия из армированного бетона и др.) И неорганическое (базальтовое) волокно, минеральное, керамические и др.). стекловата и изделия из нее, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, пенобетон и др.). По строению: волокнистая, зернистая (пустотелая), ячеистая. Форма: плоская (тарелки, маты, войлок), рыхлая (хлопок, перлит), шнур (шнуры, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). В зависимости от содержания связующего: включено и не включено. Термостойкость: негорючие, легковоспламеняющиеся и горючие.

В настоящее время чаще всего используются следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловолокно и изделия из него, перлитные теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, пенобетон

(кобетон и пенобетон). и керамзит. С развитием современных технологий отделки фасадов зданий и сооружений особенно быстро растет российский рынок утеплителей из волокнистых теплоизоляционных материалов на основе композиционных полимеров и неорганических связующих, одной из составляющих которых является дисперсия поливинилацетата. .

Твердая фаза и основной компонент всех волокнистых теплоизоляционных материалов - это волокнистая вата, получаемая из растворов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из зерновых и печных шлаков и других отходов металлургического производства. Волокнистый хлопок состоит из стекловолокна и неволокнистых добавок, образующихся при затвердевании силикатного раствора. Волокна в среднем имеют диаметр 1–10 мкм и длину от 2–3 до 20–30 см. Минеральную вату получают из раствора легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, высокосортных шлаков и их смесей. . Минеральная вата предназначена для производства теплоизоляционных, звукопоглощающих и звукопоглощающих изделий, а также теплоизоляционного материала с максимальной рабочей температурой 600–700°С в строительстве и промышленности. При высоких температурах наблюдается спекание минеральных ватных волокон. Базальтовое волокно и минеральная вата получают при плавлении базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и им подобных метаморфических пород и мергелей) при температурах до 1500°С. В отличие от минеральной ваты, которая в основном изготавливается из смеси легкоплавких горных пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляторы из базальтового волокна обладают более длительным сроком службы, вибростойкостью, жаро- и водостойкостью. Базальтовая теплоизоляция не меняет своих первоначальных свойств в течение всей эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства стекловолокна и стеклопластика являются куллет, песок, сода, доломит,

известняк, этибор и другие компоненты. Волокнистый процесс происходит из массы расплавленного стекла при температуре около 1400°С, которое обычно дефибриллируется центробежной силой в центрифугах.

В настоящее время при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используются три основных волокнообразующих технологии: центробежный выдув, многоканальный и кругово-вертикальный выдув. Наиболее распространен метод центробежного обдува. Следует отметить, что вата, полученная этим способом, имеет низкое качество и содержит большое количество (до 25%) безволоконных добавок и волокнообразующих отходов. Метод центрифугирования с вертикальным выдувом обеспечивает безотходную переработку раствора, но из-за низкой производительности и стоимости используемых в процессе питателей из платино-родиевого сплава он в основном используется на линиях с низким КПД. В зарубежной практике наиболее распространен центробежно-вальцовый (центробежный мультивалковый) метод подачи раствора в быстро вращающиеся валки. В России эта технология внедрена на ряде крупных российских предприятий.

Качество изделий из пористых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Наиболее важными из них являются химический состав твердой фазы, состав неволоконных добавок, геометрия и ориентация волокон в пространстве, а также высококачественное экологически чистое связующее. Химический состав твердой фазы в первую очередь определяет такие свойства теплоизоляционных материалов, как прочность, жаростойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов также определяется параметрами пористой структуры изделия и направлением волокон в направлении напряжения. Равномерное распределение отверстий по размерам и уменьшение их среднего диаметра повышают прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие увеличивается с увеличением количества вертикально ориентированных волокон. Выбор связующего с улучшенной адгезией к



заполнителям также положительно сказывается на прочности.

Волокнистая структура обеспечивает еще одну важную особенность волокнистых теплоизоляционных материалов - низкую теплопроводность, а также незначительную усадку изделий и сохранение геометрических размеров в течение всей эксплуатации. Теплопроводность различных видов минеральной ваты при нормальных температурах составляет 0,034 - 0,045 Вт/(мм/°С) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Самые эффективные теплоизоляторы - это случайно ориентированные волокна.

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, эффективно предотвращают распространение огня и используются в качестве противопожарной и противопожарной защиты. Более кислые формулы более устойчивы, чем основные. Волокнистые изделия из пород группы базальтов можно использовать при очень высоких температурах. Материалы из базальтового волокна могут выдерживать температуры 1000°С и выше, и даже после удаления связующего компонента их волокна остаются неповрежденными и связаны друг с другом, сохраняя свою прочность и защищая от огня.

### **15.3. Типы и свойства теплотехнических материалов.**

Теплоизоляционные материалы используются при строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых блоков и труб для уменьшения потерь тепла в окружающую среду. Теплоизоляционные материалы имеют пористую структуру, что обеспечивает низкую плотность (не более 600 кг/м<sup>3</sup>) и низкую теплопроводность (не более 0,18 Вт/(м °С)).

Использование теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить толщину и вес стен и других окружающих конструкций, снизить расход основных конструкционных материалов, снизить транспортные расходы и, соответственно, снизить затраты на строительство. При этом снижается

расход топлива и снижаются тепловые потери от отапливаемых зданий. Из-за своей высокой пористости многие теплоизоляционные материалы обладают способностью поглощать звук, что также делает их пригодными в качестве акустических материалов для снижения шума.

Теплоизоляционные материалы классифицируются по типу, форме и внешнему виду, структуре, плотности, твердости и теплопроводности основного сырья.

По основным видам сырья теплоизоляционные материалы делятся на неорганические, производимые на основе различного минерального сырья (горные породы, шлак, стекло, асбест), сырья, содержащего органические, природные органические материалы. торф, древесное волокно) и пластики.

По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы состоят из жестких кусков (плиты, оболочки, сегменты, кирпичи, цилиндры) и гибких (маты, шнуры, комплекты), рыхлых и рыхлых (хлопок), перлитового песка, вермикулита).

Теплоизоляционные материалы делятся на волокнистые (минеральная вата, стекловолокно), гранулированные (перлит, вермикулит), ячеистые (изделия из пенобетона, пеностекло).

По плотности теплоизоляционные материалы делятся на разновидности: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 60.

В зависимости от твердости (относительной деформации) материалы бывают мягкие (М) - минеральная и стекловата, вата из каолиновых и базальтовых волокон, полутвердые (П) - шпатели из стекловолокна с синтетическим связующим и т. Д., Твердые. (W) - листы минеральной ваты на синтетическом связующем, твердость (RV), твердость (Т).

Теплоизоляционные материалы делятся на классы по теплопроводности:

А - низкая теплопроводность 0,06 Вт/(до м·°С),

Б - средняя теплопроводность - от 0,06 до 0,115 Вт/(м·°С),

В - повышенная теплопроводность - от 0,115 до 0,175 Вт/(м·°С).

По своему назначению теплоизоляционные материалы бывают

теплоизоляционно-строительными (для утепления строительных конструкций) и теплоизоляционно-монтажными (для теплоизоляции промышленного оборудования и труб).

Теплоизоляционные материалы должны быть биостойкими, т.е. не подвержены гниению и повреждению насекомыми и грызунами, сухими, малогигроскопичными, т. К. При намокании их теплопроводность значительно увеличивается, химически стойкими, а также термостойкими и огнестойкими.

### **Органические теплоизоляционные материалы.**

Органические теплоизоляционные материалы можно условно разделить на два типа в зависимости от характера сырья: материалы на основе натурального органического сырья (древесина, древесные отходы, торф, однолетние растения, шерсть животных и др.), Материалы на основе синтетических материалов. Смолы называют теплоизоляционными пластиками.

Органические теплоизоляционные материалы могут быть жесткими и гибкими. К твердым материалам относятся древесина, древесное волокно, фибролит, арболит, тростник и торф, гибкий строительный войлок и гофрированный картон. Эти изоляционные материалы отличаются низкой водо- и биологической устойчивостью.

Древесноволокнистые изоляционные плиты получают из древесных отходов, а также из различных сельскохозяйственных отходов (солома, тростник, дрова, стебли кукурузы и т. Д.). Процесс производства древесины состоит из следующих основных операций: дробление и измельчение древесного сырья, пропитка пульпы связующим, формование, сушка и резка плит.

Волокнистые плиты выпускаются длиной от 1200 до 2700, шириной от 1200 до 1700 и толщиной от 8 до 25 мм. По плотности они делятся на изоляционные (150-250 кг/м<sup>3</sup>) и изоляционно-декоративные (250-350 кг / м<sup>3</sup>). Теплопроводность изоляционных плит составляет 0,074-0,07 Вт, а

теплоизоляционных плит 0,07-0,08 Вт / (м· ° С). Конечная прочность плит при изгибе составляет 0,4-2 МПа. ДВП обладает высокими звукоизоляционными свойствами.

Изоляция и изоляция - декоративные панели используются для тепло- и звукоизоляции стен, потолков, полов, перегородок и полов зданий, звукоизоляции (подвесных потолков и настенных покрытий) концертных залов и театров.

Арболит изготавливается из смеси цемента, органических заполнителей, химических добавок и воды. В качестве органических заполнителей используются измельченные древесные отходы, измельчение тростника, пламя конопли или льна и др. Смеси в формах и их прессование, закалка формованных изделий.

Теплоизоляционные материалы из пластмасс. В последние годы была создана очень большая группа новых теплоизоляционных материалов из пластмасс. Сырьем для их производства являются термопластические (полистирол; поливинилхлорид, полиуретан) и термореактивные (карбамид - формальдегид) смолы, газообразующие и пенообразующие вещества, наполнители, пластификаторы, красители и другие. Пластики с пористой структурой ячеек наиболее широко используются в строительстве в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов. Образование газов или заполненных воздухом ячеек или полостей в пластмассе происходит в результате химических, физических или механических процессов или их комбинаций.

В зависимости от структуры теплоизоляционные пластики можно разделить на две группы: пенопласты и ячеистые пластики. Пенопластом называют ячеистый пластик с низкой плотностью и наличием пустот или ячеек, не контактирующих с газами или воздухом. Пенопласт - это пористый пластик, структура которого характеризуется взаимосвязанными пустотами. Пенополистирол, пенополивинилхлорид, пенополиуретан и мипора представляют большой интерес для современного промышленного

строительства. Пенополистирол - это твердый вспененный материал белого цвета с такой же закрытой структурой ячеек. Пенополистирол выпускается марками ПСБС в виде плит размером 1000x500x100 мм и плотностью 25-40 кг / м<sup>3</sup>. Этот материал имеет теплопроводность 0,05 Вт / (м· ° С) и максимальную температуру нанесения 70 ° С. Листы из пенополистирола используются для изоляции стыков в крупнопанельных домах, для изоляции промышленных холодильников, а также для изготовления звукоизоляционных прокладок.

Сотопласты - это теплоизоляционные материалы с множеством ячеек в форме сот. Стенки камер могут быть выполнены из различных подстилочных материалов (крафт-бумага, хлопчатобумажная ткань, стеклоткань и др.) С пропиткой синтетическими полимерами. Сотопласты изготавливают в виде пластин длиной 1-1,5 м, шириной 550-650 мм и толщиной 300-350 мм. Их плотность

30-100 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,046-0,058 Вт / (м· ° С). прочность на сжатие 0,3-4 МПа. Многосекционные пластмассы используются в качестве наполнителей для трехслойных панелей. Заполнение сот кусочками мипоры повышает теплоизоляционные свойства многих сот.

### **Неорганические изоляционные материалы.**

Неорганические теплоизоляционные материалы включают минеральную вату, стекловолокно, пенни-стекло, вспученный перлит и вермикулит, асбестосодержащие теплоизоляционные продукты, пенобетон и многое другое.

Минеральная вата и изделия из нее. Минеральная вата - волокнистый теплоизоляционный материал, получаемый из силикатных растворов. Сырьем для его производства служат камни (известняк, мергель, диорит и др.), Отходы металлургии (доменный и топливный шлак) и промышленности строительных материалов (глиняный бит и силикатный кирпич).

Производство минеральной ваты состоит из двух основных технологических процессов: получение силикатного раствора и превращение

этого раствора в тончайшие волокна. Силикатный раствор образуется в купольных печах шахтных плавильных печей, в которые загружается минеральное сырье и топливо (кокс). Раствор при температуре 1300-1400 °С постоянно удаляется с пода печи.

Превратить раствор в минеральное волокно можно двумя способами: продувкой и центрифугированием. Суть метода обдува заключается в том, что поток водяного пара или сжатого газа влияет на поток жидкого раствора, протекающего через отверстие в куполе. Метод центрифугирования основан на преобразовании потока раствора с помощью центробежной силы в лучшие минеральные волокна толщиной 2-7 мкм и длиной 2-40 мм. Полученные волокна помещают в камеру размещения волокон на движущейся конвейерной ленте. Минеральная вата - это рыхлый материал, называемый бусами, состоящий из тончайших взаимосвязанных минеральных волокон и небольшого количества стекловидных добавок (шариков, цилиндров и т. Д.).

Чем меньше ватных шариков, тем выше качество.

В зависимости от плотности минеральная вата делится на 75, 100, 125 и 150 разновидностей. Он огнестойкий, некоррозионный, с низкой гигроскопичностью и низкой теплопроводностью 0,04 - 0,05 Вт / (м °С).

Минеральная вата хрупкая и при укладке образует много пыли, поэтому хлопок гранулирован, т.е. он превращается в рыхлые частицы - гранулы. Их используют в качестве теплоизоляции для пустотелых стен и потолков. Сама минеральная вата представляет собой полуфабрикат, из которого делают различные теплоизоляционные изделия из минеральной ваты: войлок, маты, полужесткие и жесткие листы, оболочки, сегменты и т. Д.

Изделия из стекловолокна. Стекловолокно - это материал, состоящий из случайно расположенных стекловолокон, полученных из расплавленного сырья. Сырьем для производства стекловаты является стекломасса (кварцевый песок, содовая вода и сульфат натрия) или месторождение сырья для разбивания стекла. Производство стеклопластика и изделий из него состоит из следующих технологических процессов: плавка стеклянного

раствора в банных печах при температуре 1300-1400 ° С, производство стеклопластика и литье изделий.

Стекловолокно получают из расплавленной массы путем вытяжки или выдувания. Стекловолоконный стержень удаляют путем нагревания стеклянных стержней до тех пор, пока они не расплавятся, затем втягивают их в стекловолокно и оборачивают во вращающиеся барабаны) и связывая их вместе (оборачивая волокна в расплавленном стекле через небольшие фильтрующие отверстия во вращающихся барабанах). . . При выдувании раствор расплавленного стекла распыляется струей сжатого воздуха или пара.

В зависимости от назначения производят текстильное и теплоизоляционное (штапельное) стекловолокно. Средний диаметр текстильного волокна составляет 3-7 мкм, а теплоизоляции - 10-30 мкм.

Стекловолокно намного длиннее, чем волокна минерального хлопка, и отличается химической стойкостью и долговечностью. Плотность стекловаты 75-125 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,04-0,052 Вт / (м / ° С), максимальная температура использования стекловаты 450 ° С. Маты, тарелки, ленты и другие изделия, в том числе тканые, изготавливаются из стеклопластика.

Пеностекло - теплоизоляционный материал ячеистой структуры. Сырьем для производства изделий из пеностекла (плит, блоков) является смесь тонкомолотого стекла, разбитого газификацией (известняковый щебень). Сырьевая смесь разливается в формы и нагревается в печах до 900 ° С, частицы плавятся и нагнетатель измельчается. Образующиеся газы разбухают стеклянный раствор, а при охлаждении превращаются в прочный материал с ячеистой структурой.

Пеностекло обладает рядом ценных свойств, которые хорошо отличают его от многих других теплоизоляционных материалов: пеностекло имеет пористость 80-95%, размер пор 0,1-3 мм, плотность 200-600 кг / м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,09 -0,14 Вт / (м, / (м · ° С), конечная прочность пеностекла на сжатие 2-6 МПа Кроме того, пеностекло водонепроницаемо,

отличается морозостойкостью, огнестойкостью, хорошим звукопоглощением, легко с режущим инструментом.

Пластинчатые пенопластовые окна длиной 500, шириной 400 и толщиной 70-140 мм используются в строительстве для утепления стен, потолков, крыш и других частей зданий, а в виде полуцилиндров, кожухов и сегментов - температурных. 300 ° С для изоляции тепловых агрегатов и тепловых сетей не более. Кроме того, пеностекло является звукопоглощающим и декоративным материалом для зрительных залов, кинотеатров и концертных залов.

Асбестосодержащие материалы и изделия. Материалы и изделия, изготовленные из волокон асбеста без добавок или с добавлением связующих, включают асбестовую бумагу, шнур, ткань, тарелку и многое другое. Также асбест может входить в состав композиций из различных теплоизоляционных материалов (совелита и др.). В рассматриваемых материалах и изделиях используются ценные свойства асбеста: термостойкость, высокая прочность, волокно и т. Д.

Алюминиевая фольга (альфол) - это новый теплоизоляционный материал из гофрированной бумажной ленты, которая приклеивается к вершине гофры алюминиевой фольгой. Этот тип теплоизоляционного материала, в отличие от любого пористого материала, сочетает в себе низкую теплопроводность воздуха, заключенного между пластинами из алюминиевой фольги, с высокой отражательной способностью поверхности алюминиевой фольги. Алюминиевая фольга для теплоизоляции выпускается в рулонах шириной до 100 мм и толщиной 0,005-0,03 мм.

Практика использования алюминиевой фольги в теплоизоляции показала, что оптимальная толщина воздушного зазора между слоями фольги должна составлять 8-10 мм, а количество слоев должно быть не менее трех. Плотность такой слоистой конструкции из алюминия (фольга 6-9 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность - 0,03 - 0,08 Вт/(м °С).



Алюминиевая фольга используется в устройстве теплоизоляционного слоя зданий и сооружений, а также в качестве световозвращающей изоляции для теплоизоляции промышленного оборудования и поверхностей трубопроводов при температуре 300°С.

### **Контрольные вопросы.**

1. Водонепроницаемость теплоизоляционных конструкций.
2. Типы и свойства тепловых материалов.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – Тошкент. “Ўқитувчи”, 1991. – 341 б.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: – М., Высшая школа, 2002, 701с.
3. N.A. Samig'ov D.X. Isroilov, I.I. Siddiqov. BINO, INSHOOTLAR VA ULARNING YONG'INGA BARDOSHLILIGI (Qurilish materiallari va ularning yong'in sharoitidagi chidamliligi): Toshkent, Tafakkur, 2010, 258 b.
4. Samig'ov N.A. Bino va inshootlarni ta'mirlash materialshunosligi, O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. T. 2011.400 b.

## ГЛАВА XVI

### ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ключевые слова:* теплоизоляция, минеральная вата, стекловолокно, базальтовое волокно, пеностекло, перлит, асбест, легкий бетон, древесноволокнистая плита, древесноволокнистая плита, фибролит, арболит, пенополистирол, пенополиуретан, акмигран, акминит, газосиликат, гипс. доски, пенополиэтилен.

#### 16.1. Техника безопасности при теплоизоляционных работах.

Утеплители должны строго соблюдать правила техники безопасности при выполнении теплоизоляционных работ на различных конструкциях.

Изоляторы часто приходится эксплуатировать на большой высоте, вблизи движущихся механизмов, моек высокого давления, а также в неудобных и стесненных условиях. Изоляторы часто подвергаются воздействию пыли, шума и вредных газов во время эксплуатации. Несчастные случаи происходят в результате несоблюдения изоляторами правил внутреннего распорядка, трудовой и производственной дисциплины, техники безопасности.

Теплоизоляционные материалы по-разному воздействуют на людей. Знание свойств теплоизоляционных материалов и правильная обработка изоляторов значительно снизят вероятность травм.

Переходы и проходы в зоне подъема и установки изоляции должны быть перекрыты, а на видных местах должны быть установлены предупреждающие знаки. Запрещается проводить теплоизоляционные работы под установленными конструкциями и оборудованием. При переходе высоты следует использовать лестницы, переходы и лестницы. Допускается проходить по ферме или верхнему поясу балки и работать на них только при наличии туго натянутого троса для соединения карабина ремня безопасности.

Когда изоляционный материал поднимается на высоту, сигналы подает

только один человек - мастер, в важных случаях мастер или руководитель работ.

Приклеивать изоляторы к кровле и полу разрешается только после того, как все отверстия будут закрыты сплошной доской и обернуты по всему периметру. Все открытые отверстия в стенах, которые находятся на уровне или около уровня соседней доски, а не сплошные доски на противоположной стороне, должны быть закрыты ручкой высотой 1 м.

Запрещается подниматься и спускаться прямо на устройства, контейнеры и путепроводы.

Не допускается использование деревянных лестниц, ломающих гвозди; столбы должны быть врезаны в провода арки, а пружинные тросы должны быть закреплены болтами не реже чем через каждые 2 м. лестница не менее 1 м. Общая длина лестницы не должна превышать 5 м. Верхние концы лестницы крепятся к жестким конструкциям (лесам, балкам, каркасам, трубопроводам, опорам).

Металлические лестницы длиной более 5 м следует окружать металлическими арками. При строительстве лестниц соединения выполняются металлическими или деревянными болтами; Запрещается ломать лестницу гвоздями или гнуть их.

Людам, работающим на высоте, следует предоставить отдельные ящики или сумки для транспортировки и хранения инструментов и мелких деталей. Запрещается бросать друг в друга инструменты и другие предметы.

При работе в канавах, каналах, котлованах особое внимание следует уделять состоянию откосов и их укреплению для предотвращения обрушения грунта. По траншеям можно спускаться только по перилам, а по узким канавам можно спускаться по лестнице.

Люки труб разрешается открывать только с помощью крючков или шестов, однако следует соблюдать осторожность, чтобы не поранить ноги при падении крышек люков.

Перед спуском в колодец или другое подземное сооружение необходимо

проверить наличие токсичных или взрывоопасных газов с помощью газоанализатора. Строго запрещается проверять наличие газов зажженной бумагой или спичками - это может вызвать взрыв. При работе в колодцах и камерах сверху должен быть один рабочий, который при необходимости поможет вам выбраться наружу.

Теплоизоляция запрещена во время гидравлических и пневматических испытаний труб, а все изоляторы должны быть удалены с зоны испытаний.

Теплоизоляцию часто делают возле электропроводки. Чтобы изолятор случайно не касался проводов, их следует накрыть жесткой сеткой из непроводящего материала или выключить питание. Электропроводка на рабочем месте должна быть изолирована и надежно проложена на высоте не менее 2,5 м от рабочего места, 3,5 м от пешеходных дорожек и 6 м от автомобильных дорог. Провода на высоте менее 2,5 м над землей, землей или дном должны быть проложены трубами или каналами. Запрещается подвешивать переходы в различных трубопроводах, гвоздях, скобах, а также прокладывать их на влажных и горячих поверхностях.

Коммутационные аппараты - выключатели, переключатели кнопочные - должны быть покрыты защитными покрытиями, крышки - заземлены. Металлические части машин и механизмов с электродвигателями, стартерами и другими устройствами, а также корпус электроинструмента должны быть заземлены. Изолятор не должен включать или выключать различные токопроводящие устройства. Для этого у изолятора следует вызвать электрика.

Для теплоизоляционных работ применяется переносное освещение с напряжением не более 36 В, а особенно во взрывоопасных зонах (влажные помещения, шахты, колодцы, металлические резервуары, котлы) - провод с вилкой не более 12 В. исключает возможность подключения к розетке с напряжением выше 36 В.

Конструкция розеток и вилок на 12 и 36 В должна отличаться от традиционных штекерных соединений на 127 и 220 В, поэтому возможность

неправильного подключения исключена.

Стационарные лампы нельзя использовать как переносные.

Водителям подъемников и других транспортных средств разрешается управлять автомобилем не моложе 18 лет, прошедших медицинский осмотр, обученных по установленной программе и имеющих соответствующий сертификат.

Стационарные механизмы устанавливаются на фундамент, а мобильные - на твердые основания и дополнительно к ним прикрепляются. Перед началом работ необходимо проверить машину, механизмы, инструменты, их исправность, смазку всех деталей, обратить внимание на исправность тормозов, наличие препятствий во вращающихся частях, состояние тросов.

На машинах и механизмах допускается только рабочая спецодежда без свисающих концов; волосы рабочего должны быть завернуты под шапку. Крышки выключателей, корпуса электродвигателей, а также металлические части машин и механизмов должны быть заземлены.

Особое внимание следует обратить на исправность предохранительных устройств: манометров, клапанов, ограничителей нагрузки, предохранителей. Пусковое устройство необходимо установить возле механизма; должны быть вне досягаемости посторонних лиц.

Автомобиль и его рабочее место должны иметь предупреждения, знаки, табло и инструкции по технике безопасности. Машины и оборудование, работа которых опасна для окружающих, должны быть оборудованы звуковой или визуальной сигнализацией. Осмотр и ремонт машин и механизмов возможен только после их полной остановки. В этом случае необходимо принять меры, исключая возможность запуска машины или механизма. О стартах вешать плакаты: «Не включай - люди работают!», Ссылки на страхование убрать. Когда они не используются, стартеры должны быть выключены и заблокированы.

Использование кранов и подъемников для подъема и опускания людей строго запрещено.

Используйте резиновые перчатки, галоши и коврики при работе с электроинструментом на металлических резервуарах, резервуарах и котлах. Электроинструмент должен иметь надежную изоляцию, исправность которой необходимо проверять при изготовлении, а затем не реже одного раза в 3 месяца.

Приступать к работе с электроинструментом можно только после того, как убедится, что он полностью исправен, а рабочий орган надежно закреплен. Для ремонта отключите прибор от сети. Включите электроинструмент перед началом работы; Выключайте прибор при каждом перерыве в работе или отключении электричества. Категорически запрещается оставлять машины и электроинструменты без присмотра.

С изоляционными материалами следует обращаться осторожно. Например, ковелит, вулканит, перлитовые плиты, ракушки, минеральные грибы даже в упаковке очень хрупкие; если с ними плохо обращаются, начинается ожесточенная борьба. При бережном обращении с минеральной ватой и изделиями из нее волокна разрушаются, качество материалов снижается, их массовая плотность увеличивается, образуется много пыли.

Моноблочные теплоизоляционные изделия поднимаются на высоту в контейнерах или ящиках. При этом особое внимание стоит уделить правильной, стабильной сборке изделий на сваях и транспортных средствах. Мастика поднимается в ведрах, распределительных коробах или подается известковыми насосами по трубопроводам. Запрещается тянуть груз на приемную платформу без специального оборудования.

Не допускаются посторонние лица на рабочее место при выполнении погрузочно-разгрузочных работ с использованием «подъемных машин». Поперечные балки и другие несущие устройства для подъема грузов должны быть исправными, что исключает возможность разделения груза и обеспечивает его устойчивость при подъеме и перемещении. Не стойте под поднимаемым или разгружаемым грузом.

Не допускается погрузка сыпучих материалов на борта кузова

автомобиля. Проходить в кузове самосвала людям категорически запрещено.

Изоляторы могут проводить теплоизоляционные работы в существующих цехах только после прохождения специального инструктажа по технике безопасности и ознакомления с общей работой цеха. Рабочие места изоляционистов должны иметь необходимые ограждения, средства защиты и безопасности.

Автомобили, стоянки и пешеходные переходы необходимо оборудовать сплошным бортом.

Изоляция труб в траншее, проложенная вдоль существующей площади мастерской, должна быть заблокирована от рабочей зоны, и должны быть установлены деревянные экраны, чтобы люди могли пересекать траншею. При работе в каналах, подвалах, возле скребков, труб, газовых труб и особенно на них, а также возле печей и цехов с вредными условиями труда, прежде всего, убедитесь, что мастер не содержит вредных веществ, должен убедиться . газы в воздухе.

Меры безопасности при производстве теплоизоляционных работ.



Запрещается работать на неисправных трубах, оборудовании, механизмах. Трубы рабочих блоков могут эксплуатироваться в воздуховодах и тоннелях с температурой воздуха не выше 40°C. Если температура воздуха выше, рабочие зоны следует оборудовать вентиляцией и проводить работы с дополнительными перерывами.

В целях предотвращения несчастных случаев проведение теплоизоляционных работ под зданиями, сооружениями, подземными сооружениями и другими объектами допускается только после получения разрешения от организации, ответственной за эти объекты.

Работы по утеплению строительных конструкций, труб и других элементов инженерных систем и оборудования должны выполняться с соблюдением правил и норм безопасной работы. Общий нормативный документ для специалистов в этой области - СНиП 12-04-2002. Кроме того, монтажники теплоизоляции применяют правила и требования ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.012, ГОСТ 12.4.059, ГОСТ 12.1.005 и других.

Постоянно расширяющийся ассортимент современных теплоизоляционных материалов заставляет применять новые технологии работы. По мнению специалистов ООО «Градстройснаб», утепление кровли и фасадов зданий - одна из самых сложных, ответственных и трудоемких работ. Вентилируемые фасады, штукатурка, утепление палатки - привлечение настоящих профессионалов поможет провести такие операции качественно и с соблюдением действующих строительных норм. Неоценима помощь Градснаба.

Правила техники безопасности вместе с инструкциями по применению теплоизоляционных материалов станут основными документами, определяющими порядок проведения отделочных работ, испытаний технологического оборудования, использования инструмента, спецодежды и средств индивидуальной защиты. Паспорт каждого материала содержит информацию об условиях его использования и хранения, содержании вредных веществ, пожарной опасности и других параметрах. Также показаны необходимость и возможности использования определенных орудий труда, инструментов и механизации инструментов.

В этом случае в перечень опасных факторов производства следует включить:

- воздух с высокой газообразностью и запыленностью;



- скачки температуры и влажности на рабочем месте;
- высокий уровень шума;
- Недостаточная безопасность при использовании электрического оборудования.

Во втором случае факторы риска способствуют кратковременному увеличению пожарной опасности и токсичности материала.

Среди основных проблем охраны труда при теплоизоляционных работах - использование рабочими спецодежды и средств индивидуальной защиты. Комфортные рабочие костюмы, головные уборы, перчатки (при необходимости респираторы) - строгое соблюдение норм охраны труда сводит к минимуму влияние опасных производственных факторов. Аптечка первой помощи также должна быть обязательной на рабочем месте.

Теплоизоляция - обязательный этап при монтаже объектов масштабной стройки и инженерных коммуникаций. Большой выбор изоляционных материалов поможет подобрать оптимальный вид утеплителя для стен, потолка и труб. Теплоизоляция K-Flex от Баустрой отличается высокой плотностью, длительным сроком службы и возможностью многократного использования. Этот утеплитель устойчив к воздействию влаги и огня, что делает его универсальным и незаменимым при работе с любым трубопроводом.

Работы по утеплению следует проводить по технологии, способной обеспечить безопасность рабочих на разных этапах технологического процесса. Основные правила охраны труда приведены в СНиП 12-04-2002, а дополнительные требования к организации такой работы можно найти в ГОСТах 12.2.003, 12.2.012 и 12.4.059 инженеров по охране труда. Действующие стандарты учитывают не только специфику эксплуатации, но и качество современных обогревателей.

Процесс изоляционного строительства связан с рядом опасных производственных факторов. Работа под открытым небом и в помещениях, перепады температуры и влаги, загазованность и запылённость воздуха,

риски поражения электрическим стоматологическим током при работе с медицинскими стоматологическими средствами и методами лечения. Также объясняется правильный выбор спецодежды и средств индивидуальной защиты (рабочие перчатки, каски, защитные очки, наушники и т. Д.).

Многие технологические процессы устройства теплоизоляционных материалов требуют использования специального инструмента и средств механизации. Тем самым к списку обязательных требований добавляется множество других правил, выполнение которых снижает риск возникновения аварийных ситуаций. Регулярная аттестация рабочих и периодическое обучение у них технике безопасности будет лучшей профилактикой производственных травм. На таких тренингах специалисты познакомятся с новыми технологиями, материалами и получат исчерпывающие советы по их безопасному использованию. Такое обучение является обязательной частью любой работы, связанной с применением новых технологий и использованием инновационных продуктов.

## **16.2. Техническая безопасность при использовании теплоизоляционных материалов в кирпичных зданиях и сооружениях.**

Работы по теплоизоляции следует проводить при отсутствии выбросов пара, протечек, горючих газов на рабочем месте и при температуре до 60 градусов над поверхностью оборудования.

Запрещается проводить теплоизоляционные работы при нестабильном режиме работы оборудования, а также при нестабильном режиме работы смежного оборудования, расположенного на опасном расстоянии от него.

Существующее оборудование для обнаружения утечек позволяет демонтировать отдельную часть изоляции - при соблюдении необходимых мер безопасности (с помощью крючков с длинной ручкой, на стороне, противоположной месту выхода пара или утечки в атмосферу, и т. Д.).

Гидравлические и пневматические испытания оборудования, а также

изоляционные работы в зоне испытываемого оборудования или труб не допускаются.

Используйте изоляционную мастику с резиновыми перчатками и очками.

Работы с минеральной ватой и изделиями из стекловолокна и ваты следует проводить в защитных очках, противопылевых респираторах и перчатках из плотной ткани. При этом брюки следует надевать поверх ботинок (снаружи), а их рукава не надевать.

Рукава и воротники спецодежды должны быть застегнуты. При работе с жидким стеклом следует проводить работы по нанесению теплоизоляции и гипса с использованием теплоизоляции и других материалов в виде мастики, в том числе жидкого стекла, а также известково-асбестоцементных, перлитовых, вермикулитовых растворов и мастики. в резиновых перчатках и очках, устойчивых к кислотам и щелочам.

Резку теплоизоляционных изделий стационарной или переносной циркулярной пилой должны выполнять рабочие, прошедшие соответствующее обучение и инструкции; это можно сделать только тогда, когда пила надежно закреплена, установлен защитный кожух и включена вытяжная вентиляция.

При резке используйте деревянные толкатели и держите руки подальше от вращающегося пильного полотна.

При выполнении теплоизоляционных работ с использованием проволоки концы проволочного каркаса изоляции и крепления проводов необходимо загнуть и покрыть изоляционным слоем; запрещается оставлять концы проволоки отогнутыми, а также использовать непожаренную проволоку.

Выпущенные изоляционные материалы необходимо хранить в соответствии с требованиями Правил безопасности. Сыпучие изоляционные материалы следует хранить слоями высотой до 1,2 м. Доставка изоляционных материалов на высоту должна быть механизированной.

Порошковые изоляционные материалы, минеральная вата или стекловолокно следует доставлять в контейнерах или мешках в условиях, исключающих возможность распыления на рабочее место.

При демонтаже утеплителя и футеровки нельзя допускать ударов стенками труб и оборудования. Изоляцию следует демонтировать только с помощью защитных очков сверху вниз, а также увлажнить ее для предотвращения попадания пыли.

При резке пластин и стекловолокна держите руки как можно дальше от ножниц и используйте защитные перчатки, чтобы не порезать руки складками и острыми краями.



Перед тем, как начать пневмотранспортировку изоляционных

материалов, убедитесь, что пневматическое устройство подачи раствора находится в хорошем состоянии.

Не допускается работа с некорректными элементами пневмоподачи растворов, а также с отсутствием или неисправностью манометров, показывающих давление транспортного воздуха.

Шланги, поставляемые с известью или мастикой, не должны перекручиваться.

Трубы для извести необходимо подвергать гидравлическим испытаниям под давлением, в 1,5 раза превышающим рабочее давление, после установки и в будущем не реже одного раза в три месяца. Результаты испытаний необходимо оформить документально и зафиксировать в техническом паспорте.



Ремонт трубопроводов под давлением, а также усиление их фланцевых соединений не допускается.

Если раствор не проходит через стыки (стыки) известковых магистралей, выключите компрессор, разберите неисправный блок и снимите образовавшуюся пробку; запрещается ударить по известковой линии для снятия пробки.

Перед очисткой барабана миксера для извести выключите выключатель, снимите предохранители с электродвигателя миксера для извести, заземлите

шнур питания электродвигателя и повесьте предупреждающий знак, запрещающий это.

Барабан смесителя извести следует накрыть защитной сеткой с размером ячеек не более 70x70 мм.

Запрещается класть руки на барабан во время работы известкомешалки, а также опускать его на дороге. Очистка приемка погрузочного ковша миксером для извести разрешается только после установки ковша в поднятом положении. Рабочим не разрешается находиться под поднятым или незакрепленным ведром.



Надевайте защитные очки при продувке и очистке линии подачи извести.

При продувке трубопровода извести сжатым воздухом следует удалить всех рабочих на расстояние более 10 м от зоны продувки, кроме тех, кто выполняет эту работу непосредственно.

При напылении оборудования с изоляцией необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать загрязнения соседнего оборудования.

### **Контрольные вопросы.**

1. Техника безопасности при теплоизоляционных работах.
2. Техническая безопасность при использовании теплоизоляционных материалов в кирпичных зданиях и сооружениях.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. - Ташкент. «Учитель», 1991. - 341 с.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: - М., Высшая школа, 2002, 701с.
3. Н.А. Самигов Д.Х. Исроилов, И. Сиддиқов. ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И ИХ ПОЖАРНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ (Строительные материалы и их огнестойкость): Ташкент, Тафаккур, 2010, 258 с.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Samig'ov N. A., Samig'ova M.S. “Qurilish materiallari va buyumlari”. Darslik. Toshkent. “Mehnat”. 2004y. 310b.
2. Samig'ov N.A., Israilov D.X., Siddiqov I.I. “Bino, inshootlar va ularning yong`inga bardoshlilik”. Toshkent. Darslik. Tafakkur 2010. 257b.
3. Samig'ov N.A. “Bino va inshootlarni ta`mirlash materialshunosligi”. Toshkent. Darslik. Faylasuflar milliy jamiyati. 2011y. 399b.
4. Ю.Л.ВОВров, Е.Г.Овчаренко, Б.М.Шойхет, Е.Ю.Петухова. “Теплоизоляционные материалы и конструкции”. – М.: ИНФРА-М, 2003 г. 267с
5. О.А.Корчагина, В.Г.Однолько. “Теплоизоляционные материалы”. Учебное пособие. – Томбов.: ТГТУ, 2004 г. 23 с.
6. S.K.Duggal Buildingmaterials (third revised edition) Allahabad, New AgeInternational (P) Ltd., 2008.
7. P.K.Mehta and P.J.M.Montiero, 2008. Concrete: Structure, Properties, and Materials, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. 100400101-26r8kb.qxd 12.1.00 1:19 PM Page 24.
8. Строительные материалы: Учебник / Под общей ред. В.Г. Микульского. М.: Изд-во АСВ, 2000.
9. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986.
- 10.Марголина Н.М. Теплоизоляционные материалы: Метод. указ. 3-е изд., перераб. и доп. Н. Новгород: НАСА, 1993.
- 11.Справочник по производству теплоизоляционных материалов / Под ред. Ю.Л. Спирина. М.: Стройиздат, 1975.
- 12.ГОСТ 16381–77\*. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
- 13.ГОСТ 4.201–79. Строительство. Материалы и изделия теплоизоляционные. Номенклатура показателей.
- 14.ГОСТ 4640–93. Вата минеральная. Технические условия.
- 15.ГОСТ 21880–94. Маты минераловатные прошивные для тепловой изоляции промышленного оборудования. Технические условия.
- 16.ГОСТ 23307–78\*. Маты теплоизоляционные из минеральной ваты вертикально-слоистые. Технические условия.
- 17.ГОСТ 9573–96. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем. Технические условия.
- 18.ГОСТ 22950–95. Плиты минераловатные повышенной жесткости на



- синтетическом связующем. Технические условия.
- 19.ГОСТ 10140–80. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия.
  - 20.ГОСТ 23208–83. Цилиндры и полуцилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем. Технические условия.
  - 21.ГОСТ 10499–95. Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна. Технические условия.
  - 22.ГОСТ 9757–90. Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия.
  - 23.ГОСТ 10832–91. Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия.
  - 24.ГОСТ 12865–67. Вермикулит вспученный.
  - 25.ГОСТ 24748–81. Изделия известково-кремнеземистые теплоизоляционные. Технические условия.
  - 26.ГОСТ 25485–89. Бетоны ячеистые. Технические условия.
  - 27.ГОСТ 5742–76. Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные.
  - 28.ГОСТ 4598–86\*. Плиты древесно-волоконистые. Технические условия.
  - 29.ГОСТ 19222–84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия.
  - 30.ТУ 21-РСФСР-58–86. Плиты теплоизоляционные "Кремнепор". Технические условия.
  - 31.ГОСТ 15588–86. Плиты пенополистирольные. Технические условия.
  - 32.ГОСТ 20916–87. Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных фенолоформальдегидных смол. Технические условия.
  - 33.ГОСТ 22546–77. Изделия теплоизоляционные из пенопласта ФРП-1. Технические условия.
  - 34.ГОСТ 190174–90. Прокладки уплотняющие пенополиуретановые для окон и дверей. Технические условия.

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ.

**1. Коэффициент теплопроводности  $\lambda$**  выражается как количество тепла, передаваемого с одной стороны на другую образца толщиной 1 м и площадью поверхности 1 м<sup>2</sup> с разницей температур  $(t_1-t_2)$  1°С.  $\lambda=Q \cdot \alpha / [S \cdot (t_1-t_2) \cdot \tau]$ , (Вт/м·°С). Если  $\alpha = 1\text{м}$ ,  $S = 1\text{м}^2$ ,  $(t_1-t_2) = 1^\circ\text{С}$  и  $\tau=1$  часть, то  $\lambda = Q$ . Энергоэффективность строительного материала зависит от его теплопроводности.  $\lambda$  в свою очередь зависит от пористости материала и структуры пористости, которая определяет его энергоэффективность.

**2. Поглощение тепла (мощность  $S_2$ )** - это количество поглощенного тепла (Q) на 1 кг материала при разнице температур  $(t_1-t_2) = 1^\circ\text{С}$   $C = Q/\text{м} (t_1-t_2)$ , кДж/кг·°С. Энергоэффективность строительных материалов зависит от их теплоемкости. Поглощение тепла, в свою очередь, зависит от плотности, пористости и структуры материала.

**3. Огнестойкость** - свойство материала не размягчаться и не деформироваться при температуре 1580°С и выше. К таким материалам относятся в основном керамика и модифицированная керамика. В этом смысле материалы делятся на растворимые (менее 1350°С), нерастворимые (1350-1580°С) и нерастворимые (выше 1580°С) типы.

**4. Термическое сопротивление** - это способность материала выдерживать множество циклических изменений температуры без разрушения. Термическое сопротивление зависит от состава материала, коэффициента теплового расширения. Чем ниже коэффициент теплового расширения, тем выше термическое сопротивление материала.

**5. Горючесть** - свойство материала не гореть в течение определенного времени под воздействием огня. В этом смысле материалы делятся на негорючие, негорючие и горючие. Замачивание или покрытие антипиренами может замедлить время горения материалов.

**6. Пемза** - это светло-серая порода с пенистым видом. Пористость 60%, плотность 2-2,5 г/см<sup>3</sup>, средняя плотность 0,3-0,9 г/см<sup>3</sup>, прочность на сжатие 2-

4 МПа. Пемза - это теплоизоляционный материал, из которого можно делать заполнители для легкого бетона.

7. Вулканический туф - это пористая порода, уплотненная вулканическим пеплом. Пучки бывают розовыми, оранжевыми, красными и коричневыми. Достаточная пористость, прочность и долговечность позволяют получать теплоизоляционные материалы.

8. Звукоизоляционные материалы (материалы) - характеризуются вязкоупругими свойствами. Их динамический модуль упругости (Един) не должен превышать 15 МПа.

9. Наночастицы (нанопорошки) - объекты в характерном трехмерном диапазоне до 100 нм.

10. Нанотрубки (нанотрубки) - объекты в характерном двумерном диапазоне до 100 нм.

11. Нанопленки - это характерные двумерные объекты в диапазоне до 100 нм.

12. Нанотехнология - это отрасль фундаментальных и прикладных наук, которая включает создание и применение теоретических основ, прикладных методов исследования, анализа и синтеза, а также манипулирование атомами и молекулами на уровне атомных структур.

13. Нанокompозиты - это материалы с радикально улучшенными свойствами, компоненты которых имеют размер 1–100 нм, упорядоченные в определенном порядке путем синтеза атомов и молекул.

14. Наноструктура - структура, образованная в результате определенных высоких технологий в определенном порядке на уровне атомов и молекул.

15. Микроструктура - структура, состоящая из связующих, модификаторов и дисперсных (порошковых) наполнителей, с очень маленькими порами (1-2,10-6 мкм), сформированная по законам микроструктурирования.

16. Макроструктура - микроструктура, структура, состоящая из крупных наполнителей, образованная на основе законов макроструктуры.

17. Межоперационный выход - складирование каменного изделия из сырья на единицу объема в результате определенных технологических операций

или технологических процессов полной обработки.

18. Переработка - сложная технологическая характеристика, восприимчивость камня к действию инструментов в процессе формования и текстурирования.

19. Клайдит - пористый материал, получаемый путем быстрого нагрева (обжига) легкорастворимых глин с высоким содержанием химически связанной воды во вращающейся печи. Керамзитовый щебень фракций 5-10, 10-20 и 20-40 мм, песок до 5 мм. В зависимости от средней плотности керамзитовый гравий бывает марок 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700 и 800 кг / м<sup>3</sup>. Его прочность на сжатие (марка) при испытании в баллоне составляет 0,3-5,5 МПа. Водянистость 15-25%, морозостойкость 15 циклов. Клайдит используется как энергоэффективная теплоизоляция - конструкционная, теплоизоляция и, в особых случаях, как наполнитель при производстве конструкционных бетонных изделий.

20. Аглопорит - это смесь глины и угольного порошка, которую запекают на агломерационной решетке. После охлаждения запеченный материал (палакса) измельчают и разделяют на фракции. Он имеет среднюю плотность 300-1000 кг / м<sup>3</sup> и прочность на сжатие 0,3-3 МПа. Аглопорит используется в производстве энергоэффективных легких бетонов, теплоизоляционных материалов.

21. Композиционные гипсовые вяжущие представляют собой смесь гипса, извести, цемента, пуссолановых добавок, золы и других модификаторов (например, суперпластификаторов). Это энергосберегающие и ресурсосберегающие композиты, часто заменяющие высокоэнергетические портландцементы, что позволяет производить влагостойкие продукты. Гипс композитный может быть М 200, М 300 и выше, коэффициент водонепроницаемости до 0,82, морозостойкость до F 200.

22. Фосфогипс композитный, вяжущие - с добавлением специальных технологических процессов и модификаторов (например, доломит обожженный, содово-сульфатная смесь, портландцемент, гидравлические

добавки, клинкер, электротермический фосфорный шлак и др.) - Гипс модифицированный (высокопрочный). (фосфогипсовые) связующие. Их прочность на сжатие варьируется от G-5 до G-18 с нормальной толщиной около 0,35... 0,57, со временем отверждения 6 минут в начале и 15 минут в конце. вокруг. Их можно использовать для потолочной плитки, профнастила, штукатурных смесей, небольших барьерных панелей, архитектурных деталей.

23. Сумма быстротвердеющих минералов цемента - алита (S3S) и целета (S3A) должна составлять не менее 60-65% клинкера, гидравлических минеральных добавок - 15%. Его удельная поверхность составляет 3500-4000 см<sup>2</sup> / г. марки 400500; 3 дня. последующая прочность составляет 50% по сравнению с маркой. Благодаря быстрому застыванию он экономит много энергии в технологии бетона (термообработка), сокращает время строительства при монолитном бетонировании.

24. Цемент высокотвердеющий - алит (S3S) 65-68%, целлет (S3A) 18%, крупность 4000 см<sup>2</sup> / г. У 1 сут. 35%, 3 сут. 65% достигают силы бренда. Большое количество тепла, выделяемого в процессе гидратации, позволяет экономить энергию в бетонных технологиях, особенно зимой.

25. Портландцемент Pussolan - клинкер, гипс и активные минеральные добавки измельчаются вместе. При этом 20-30% осадочных пород (диатомит, опока, трепель), вулканических пород (пемза, туф), глией и топливной золы 25-40%, добавка продукта гидратации цемента SA (ON) 2 в клинкер увеличивает прочность состава, а коррозия (Тип I) увеличивает выносливость. Уменьшение количества клинкера на 20-40% обеспечивает значительную экономию энергии и ресурсов.

26. Шлакопортландцемент - клинкер, гранулированный доменный или электротермофосфорный шлак, гипс дробленый. Содержание доменного шлака 20-80%. Вместо шлака можно использовать до 10% активных минеральных добавок. Шлаки, как и примеси пуссолана, образуют гидросиликаты и гидроалюминаты. Шлаковые цементы выпускаются марок

300, 400, 500.

27. Гипсоцементные пуццолановые вяжущие - гипс (50-75%), цемент (15-25%) и активные минеральные добавки (10-25%) измельчаются вместе. Гипс образует связующее, цемент затем придает прочность, а активные добавки придают затвердевшему связующему.

28. Алинитовый цемент - добавка в цементное сырье соли хлорида кальция, снижающая температуру его обжига до 1100-1200С. Учитывая, что ионы хлора, оставшиеся свободными в цементе, разлагают железобетонную арматуру, ее приготовление из алинитового цемента позволяет сэкономить большое количество энергии.

29. Суперпластификаторы (СП) - пластификаторы нового поколения, резко повышающие подвижность бетонной смеси, ускоряющие твердение, улучшающие ее прочность (на 10-30%), морозостойкость и другие свойства. В бетон добавляется до 1,0% по весу цемента. В этом случае можно приготовить высококачественный бетон (60-80 МПа) за счет уменьшения водоцементного отношения.

30. Суперпластификатор С-3 - нафталин серноокислотный конденсации, получен на основе продуктов натриевых солей и формальдегида. Синтезировано второе поколение С-3, его расход в 2-3 раза меньше, чем у С-3. Они могут включать поликарбоксилаты. При добавлении небольшого количества соединений этого класса в бетонную смесь длительное время сохраняется ее консистенция, повышается ее связывание, резко снижается ее расслоение.

31. Комплексный пластификатор С-3М-15 на основе суперпластификатора С-3 и формиата натрия эффективен против обморожений. Позволяет бетону затвердеть при температуре до 150С, обеспечивает подвижность. Фитинги С-3 М15 предварительно натянуты, поэтому производство конструкций, подверженных динамическим нагрузкам, ограничено.

32. Пластификатор Линамикс Р73 - 1 получен на основе нафталинформальдегида и модифицированных лигносульфонатов и

применяется при производстве монолитных и сборных железобетонных изделий. При добавлении в цементную массу 0,4% пластификатора подвижность увеличивается от П1 до П5, прочность бетона увеличивается на 20%, водоцементное соотношение уменьшается на 1-2 пункта и повышается водопроницаемость.

33. Реламикс - суперпластификатор и добавка, ускоряющая твердение бетона. При добавлении 0,6-1,0% от массы цемента его подвижность увеличивается до 21 см, а прочность бетона в нормальных условиях в течение первых двух дней составляет 20-45.% увеличивается.

34. ПФМ - модификатор-пластификатор НЛК и комплексная добавка воздухозаборника. При заливке 0,3-0,7% массы цемента в бетон можно получить бетонные изделия марки «Литой» (F600). При этом водоцементное соотношение снижено на 20%, конечная прочность увеличена на 50%, время схватывания контролируется, адгезия бетона к арматуре и металлопродукции увеличивается в 1,5-1,6 раза, расход цемента составляет уменьшено на 20%.

**35. Гелевые полимеры** - это добавки, которые значительно улучшают водоудерживающие и неслоистые свойства бетона. Гельполимер - продукт матричной полиреакции эпихлоргидрина и аммиака в присутствии полиакриловой кислоты. Гелевые полимеры добавляются в бетон в 1,0 раз больше массы цемента. Их 1 г крупного рогатого скота имеет способность временно связывать 50-100 ... 1000 г воды (1-3 дня). Гельполимерные добавки обладают высокой прочностью, хладостойкостью и долговечностью.

36. Комплексы серии МБ представляют собой порошкообразный органоминеральный материал, минеральная часть состоит из микрокринезия или его смеси с кислой порошковой золой, а органическая часть состоит из смеси химических реагентов - суперпластификаторов или веществ, контролирующих их отверждение. Минеральная часть модификатора делится на 4 типа по соотношению микрокремния и зольного порошка: МБ-01, МБ-30С, МБ-50С и МБ-100С. Плотность порошкообразного комплекса в разлитом состоянии -0,75-0,80 т / м<sup>3</sup>, размер гранул 0,01 ... 0,4 мм,

относительная влажность не более 3%. При приготовлении бетона модификаторы МБ добавляют 8 ... 12%. Модификаторы МБ бывают быстросхватывающимися, качественными, подвижными (22-24 см), малой водо- и газопроницаемостью (W16... W20), холодными и высокотемпературными (4000С).

37. Добавки типа Relaxol представляют собой ускорители и антифризы, которые обеспечивают экономию энергии в технологии производства бетона. При добавлении 0,6% цементных масс Реламикс-1 и Реламикс-2 в добавки типа Релаксол прочность на сжатие подвижного бетона составляет 1 сутки. 55 и 75%, 3 сут. 65 и 80% соответственно. Суперпластификатор S-3 на основе тиосульфата натрия и роданида используется для создания высокоэффективных комплексных добавок Relamix.

38. Нанодисперсные добавки - микрокристаллический, микроглиназём, метакаолин и др. модификация цементных систем активными аморфными оксидами в качестве высокоактивных добавок. Наночастицы имеют коллоидную дисперсию 1 ... 10 нм. Наночастицы на основе цеолита добавляются в цементные системы (по массе) до 0,35%. Бунда 28 сут. 50% следующего бренда.

**39. Микрокремний** представляет собой реактивный аморфный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ) в реактивном состоянии. Это побочный продукт производства ферросилиция в виде конденсированного порошка при температуре 1700<sup>0</sup>С. Средний размер нанокремния  $\text{SiO}_2$  составляет около 15 нм, что в десятки раз меньше размера микрочастиц кремния, удельная поверхность которых очень велика 30 ... 3000 м<sup>2</sup>/г искусственной кремниевой кислоты. Микрокремний увеличивает прочность цементных систем, устойчивость к холоду, химическим средам.

**40. Полимерные нанокомпозиты** - полимеры, слоистые силикаты (бетон, монтмориллонит и др.), Полученные в результате специальных высокотехнологичных процессов, состоящих из поверхностно-активных веществ. Некоторые классы глинистых минералов включают слоистые



алюмосиликаты, частицы которых синтезированы полимерами с размером частиц около 1 нм и диаметром от 250 до 1000 нм. Полученные нанокompозиты используются в производстве конструкционных композитов с улучшенной структурой и свойствами, которыми можно управлять в любом направлении.

**41. Стружка производится** на основе древесной стружки (юни) и фенол-фармацевтических или карбамидо-фармацевтических смол (7-9%). Материал содержит 90% органических волокон. Добавляются гидрофобные, диффузные химические вещества, антисептики и антипирены для улучшения качества материала.

**42. Древесноволокнистые плиты** - древесное волокно, макулатура, кукуруза, хлопок, стебли конопли, солома и т. Д. полимерные связующие добавляются и подвергаются горячему прессованию. Теплопроводность 0,07 Вт/м·°С.

**43. Фибролитовые плиты** - минеральные вяжущие для древесной ваты, получаемые на основе портландцемента. Древесная вата (длина 200-500 мм, волокно) изготавливается из ветров, липы, осины, сосны. Теплопроводность 0,1-0,15 Вт/м·°С.

**44. Арболитовые плиты (блоки)** - коротковолокнистые органические наполнители (щепа, опилки, стебли хлопка и конопли, солома и др.) И минеральные вяжущие (портландцемент, шлакощелочное вяжущее и др.). Теплопроводность 0,08-0,12 Вт/м·°С.

**45. Пенополистирол** - получают путем добавления в полистирол пористых компонентов. Он имеет среднюю плотность 25-40 кг/м<sup>3</sup>, устойчив к коррозии, воде и химикатам, имеет теплопроводность 0,05 и рабочую температуру до 700°С. Его проникновение можно уменьшить за счет битумно-эластомерного покрытия с добавлением антипирена. Пенополистирол используется в качестве теплоизоляции при изготовлении трехслойных панелей, крыш, заборов.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b>		
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>		
<b>ГЛАВА 1. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕПЛОПЕРЕМЕЩЕНИИ</b>		
1.1.	Общие сведения	
1.2.	Основные свойства теплоизоляционных материалов	
1.3.	Неорганические теплоизоляционные материалы	
1.4.	Органические теплоизоляционные материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ В ДЕТАЛЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА</b>		
2.1.	Общие сведения	
2.2.	Выбор метода изоляции	
2.3.	Виды материалов для внутренней теплоизоляции	
2.4.	Виды и применение теплоизоляционных материалов	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>		
3.1.	Общие сведения	
3.2.	Классификация теплоизоляционных материалов	
3.3.	Сырье для теплоизоляционных материалов	
3.4.	Основные технологические процессы и оборудование	
3.5.	Основные свойства материалов	
3.6.	Основные характеристики	
3.7.	Свойства теплоизоляционных материалов	
3.8.	Состав и свойства теплоизоляционных строительных материалов	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>		
4.1.	Общие сведения	
4.2.	Теплофизические свойства	
4.3.	Физико-механические свойства	
4.4.	Неорганические теплоизоляционные материалы	
4.5.	Органические теплоизоляционные материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	

<b>ГЛАВА 5. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ВОЛОКНО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ</b>		
5.1.	Общие сведения	
5.2.	Основные виды волокнистых теплоизоляционных материалов	
5.3.	Виды и свойства теплоизоляционных материалов	
5.4.	Маты из минеральной ваты	
5.5.	Волокнистые теплоизоляционные материалы	
5.6.	Волокнистые композиционные теплоизоляционные материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 6. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ</b>		
6.1.	Общие сведения	
6.2.	Акустические материалы	
6.3.	Звукопоглощающие материалы	
6.4.	Звукоизоляционные материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 7. НЕДОСТАТОЧНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ</b>		
7.1.	Общие сведения	
7.2.	Приготовление пенобетонной смеси	
7.3.	Способы производства пенобетона	
7.4.	Технология производства пенополистиролбетонных блоков	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 8. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ</b>		
8.1.	Общие сведения	
8.2.	Технология получения полимерных теплоизоляционных материалов	
8.3.	Использование теплоизоляционных материалов	
8.4.	Полимерные теплоизоляционные материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 9. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>		
9.1.	Общие сведения	
9.2.	Основные свойства высокоэффективных теплоизоляционных материалов	
9.3.	Волокнистые виды теплоизоляционных материалов	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 10. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ФАСАДНЫЕ</b>		

<b>КОНСТРУКЦИИ (СИСТЕМЫ)</b>		
10.1.	Общие сведения	
10.2.	Легкие и тяжелые системы гипсовой изоляции	
10.3.	Системы тяжелой гипсовой изоляции	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 11. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ (СИСТЕМЫ)</b>		
11.1.	Общие сведения	
11.2.	Энергосберегающее стекло	
11.3.	Современные энергоэффективные строительные материалы	
11.4.	Прочие энергосберегающие строительные материалы и материалы	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 12. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА</b>		
12.1.	Общие сведения	
12.2.	Тепловые свойства изоляционного материала	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 13. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ</b>		
13.1.	Общие сведения	
13.2.	Утепление промышленных зданий	
13.3.	Конструкции теплоизоляционные	
14.4.	Теплоизоляционные материалы и конструкции	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 14. СРОК СЛУЖБЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b>		
14.1.	Общие сведения	
14.2.	Прочность теплоизоляционных строительных конструкций	
14.3.	Теплоизоляционные конструкции	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
<b>ГЛАВА 15. ЖЕСТКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b>		
15.1.	Общие сведения	
15.2.	Водонепроницаемость теплоизоляционных конструкций	
15.3.	Типы и свойства плотехнических материалов	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	

<b>ГЛАВА 16. ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>		
16.1.	Техника безопасности при теплоизоляционных работах	
16.2.	Техническая безопасность при использовании теплоизоляционных материалов в кирпичных зданиях и сооружениях	
	Контрольные вопросы	
	Дополнительная литература	
Список использованной литературы		
Краткий толковый словарь		

## MUNDARIJA

<b>ANNOTASIYA</b>		4
<b>KIRISH</b>		5
<b>1-BOB. ISSIQLIK IZOLYASIYALOVCHI QURILISH MATERIALLAR VA ISSIQLIK XARAKATI TO'G'RISIDA ASOSIY TUSHUNCHALAR</b>		6
1.1.	Umumiy ma'lumotlar	6
1.2.	Issiqlik izolyastiyasi materiallarining asosiy xossalari	8
1.3.	Noorganik issiqlik izolyastiyasi materiallari	11
1.4.	Organik issiqlik izolyastiyasi materiallari	19
	Nazorat savollari	30
	Qo'shimcha adabiyotlar	30
<b>2-BOB. BINO QISMLARIDA ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLARI VA BUYUMLARINI QO'LLANISHI</b>		31
2.1.	Umumiy ma'lumotlar	31
2.2.	Izolyatsiya usulini tanlash	31
2.3.	Ichki issiqlik izolatsiyasi uchun materiallar turlari	34
2.4.	Issiqlik izolyatsiyalash materiallarining turlari va qo'llanilishi	45
	Nazorat savollari	49
	Qo'shimcha adabiyotlar	49
<b>3-BOB. ISSIQLIK ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLARINING TASNIFI</b>		50
3.1.	Umumiy ma'lumotlar	50
3.2.	Issiqlik izolyasiyalovchi materiallar tasnifi	51
3.3.	Issiqlik izolyasiyalovchi materiallarning xom ashyosi	52
3.4.	Asosiy texnologik jarayonlar va asbob-uskunalar	52
3.5.	Materiallarning asosiy xususiyatlari.	54
3.6.	Asosiy xarakteristikalar	56
3.7.	Issiqlik izolyatsiyalash materiallarining xossalari	63
3.8.	Issiqlik izolyatsiyalovchi qurilish materiallarining tuzilishi va xossalari	64
	Nazorat savollari	93
	Qo'shimcha adabiyotlar	93
<b>4-BOB. ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLARINING ASOSIY XOSSALARI</b>		94
4.1.	Umumiy ma'lumotlar	94
4.2.	Issiqlik-fizik xossalar	94
4.3.	Fizik-mexanik xossalar	95
4.4.	Noorganik issiqlik izolyastiyasi materiallari	98
4.5.	Organik issiqlik izolyastiyasi materiallari	107
	Nazorat savollari	109
	Qo'shimcha adabiyotlar	109

<b>5-BOB. TOLALI ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLARI</b>		110
5.1.	Umumiy ma'lumotlar	110
5.2.	Tolali issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarning asosiy turlari	110
5.3.	Issiqlik izolyatsiyalash materiallari turlari va xususiyatlari	112
5.4.	Mineral paxtadan to'qilgan matlar	117
5.5.	Tolali issiqlik izolyatsiyalash materiallari	123
5.6.	Tolali kompozit issiqlik izolyatsiyalash materiallari	131
	Nazorat savollari	137
	Qo'shimcha adabiyotlar	137
<b>6-BOB. AKUSTIK MATERIALLARNING ASOSIY TUSHUNCHALARI</b>		138
6.1.	Umumiy ma'lumotlar	138
6.2.	Akustik materiallar	138
6.3.	Tovush yutuvchi materiallar	140
6.4.	Tovush izolyatsiyasi materiallari	144
	Nazorat savollari	147
	Qo'shimcha adabiyotlar	148
<b>7-BOB. G'OVAKLI ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLARI</b>		149
7.1.	Umumiy ma'lumotlar	149
7.2.	Ko'pikli beton aralashmasini tayyorlash	151
7.3.	Ko'pikli beton ishlab chiqarish usullari	153
7.4.	Polistirol beton bloklari ishlab chiqarish texnologiyasi	160
	Nazorat savollari	169
	Qo'shimcha adabiyotlar	169
<b>8-BOB. POLIMERLI ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLAR</b>		170
8.1.	Umumiy ma'lumotlar	170
8.2.	Polimer issiqlik izolyatsiya materiallarini olish texnologiyasi	170
8.3.	Issiqlik izolyatsiyasi buyumlarining ishlatilishi.	175
8.4.	Polimerli issiqlik izolyatsiya materiallari	183
	Nazorat savollari	199
	Qo'shimcha adabiyotlar	199
<b>9-BOB. YUQORI SAMARALI ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI QURILISH MATERIALLAR</b>		200
9.1.	Umumiy ma'lumotlar	200
9.2.	Yuqori samarali issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarni asosiy xossalari.	200
9.3.	Issiqlik izolyatsiyasi materiallarining tolali turlari.	216
	Nazorat savollari	217
	Qo'shimcha adabiyotlar	217
<b>10-BOB. ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI FASAD KONSTRUKSIYALAR (TIZIMLAR)</b>		218

10.1.	Umumiy ma'lumotlar	218
10.2.	Yengil va og'ir gipsli izolyatsiyalash tizimlari	218
10.3.	Og'ir gipsli izolyatsiyalash tizimlari	219
	Nazorat savollari	236
	Qo'shimcha adabiyotlar	237
<b>11-BOB. ISSIQLIK IZOLYATSIYALOVCHI ENERGIYA SAMARALI SHISHA KONSTRUKSIYALAR (TIZIMLAR)</b>		238
11.1.	Umumiy ma'lumotlar	238
11.2.	Energiyani tejovchi shisha.	239
11.3.	Zamonaviy energiya samarali qurilish materiallari.	245
11.4.	Boshqa energiya tejankor qurilish materiallari va buyumlari	260
	Nazorat savollari	267
	Qo'shimcha adabiyotlar	267
<b>12-BOB. IZOLYATSIYA MATERIALLARI VA ULARNING ISSIQLIK XOSSALARI</b>		268
12.1.	Umumiy ma'lumotlar	268
12.2.	Izolyatsiya qiluvchi materialning issiqlik xossalari.	286
	Nazorat savollari	286
	Qo'shimcha adabiyotlar	286
<b>13-BOB. SANOAT BINOLARIDA ISSIQLIK IZOLYASIYALOVCHI BUYUMLAR VA KONSTRUKSIYALAR</b>		287
13.1.	Umumiy ma'lumotlar	287
13.2.	Sanoat binolarini izolyatsiya qilish.	288
13.3.	Issiqlik izolyatsiyalash inshootlari	290
14.4.	Issiqlik izolyatsiyalovchi materiallar va konstruksiyalar	297
	Nazorat savollari	300
	Qo'shimcha adabiyotlar	300
<b>14-BOB. ISSIQLIK IZOLYASIYALOVCHI KONSTRUKSIYALARNING UMRBOQIYLIGI</b>		301
14.1.	Umumiy ma'lumotlar	301
14.2.	Issiqlik izolyatsiyalovchi qurilish konstruksiyalarining chidamliligi.	302
14.3.	Issilik izolyatsiya qiluvchi tuzilmalar.	309
	Nazorat savollari	320
	Qo'shimcha adabiyotlar	320
<b>15-BOB. ISSIQLIK IZOLYASIYALOVCHI KONSTRUKSIYALARNING NAMLIKKA BARDOSHLILIGI</b>		321
15.1.	Umumiy ma'lumotlar	321
15.2.	Issilik izolyatsiya qiluvchi konstruksiyalarning suvga chidamliligi.	321
15.3.	Issiqlik materiallarning turlari va xususiyatlari.	331
	Nazorat savollari	338
	Qo'shimcha adabiyotlar	338
<b>16-BOB. ISSIQLIK IZOLYASIYALOVCHI MATERIALLARDA MEHNAT MUXOFAZASI VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI</b>		339
16.1.	Issiqlik izolyatsiyasi ishlarida xavfsizlik choralari.	339



16.2.	G'ishtli bino va inshootlarda issiqlik izolyatsiyalovchi materiallaridan foydalanishda texnik xavfsizlik.	347
	Nazorat savollari	351
	Qo'shimcha adabiyotlar	351
	Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	352
	Қисқача изоҳли лўғат	353

## THE CONTENTS

<b>ANNOTATION</b>		
<b>INTRODUCTION</b>		
<b>CHAPTER 1. HEAT-INSULATING BUILDING MATERIALS AND BASIC CONCEPTS OF HEAT DISPLACEMENT</b>		
1.1.	General information	
1.2.	The main properties of thermal insulation materials	
1.3.	Inorganic thermal insulation materials	
1.4.	Organic thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 2. APPLICATION OF HEAT-INSULATING BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS IN CONSTRUCTION DETAILS</b>		
2.1.	General information	
2.2.	Choice of isolation method	
2.3.	Types of materials for internal thermal insulation	
2.4.	Types and application of thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 3. CLASSIFICATION OF THERMAL INSULATING BUILDING MATERIALS</b>		
3.1.	General information	
3.2.	Classification of thermal insulation materials	
3.3.	Raw materials for thermal insulation materials	
3.4.	Main technological processes and equipment	
3.5.	Basic material properties	
3.6.	Main characteristics	
3.7.	Properties of thermal insulation materials	
3.8.	Composition and properties of thermal insulation building materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 4. BASIC PROPERTIES OF THERMAL INSULATING BUILDING MATERIALS</b>		
4.1.	General information	
4.2.	Thermophysical properties	
4.3.	Physical and mechanical properties	
4.4.	Inorganic thermal insulation materials	
4.5.	Organic thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 5. BUILDING MATERIALS FIBER THERMAL INSULATING</b>		

5.1.	General information	
5.2.	The main types of fibrous thermal insulation materials	
5.3.	Types and properties of thermal insulation materials	
5.4.	Mineral wool mats	
5.5.	Fiber insulation materials	
5.6.	Fiber composite thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 6. BASIC CONCEPTS OF ACOUSTIC MATERIALS</b>		
6.1.	General information	
6.2.	Acoustic materials	
6.3.	Sound absorbing materials	
6.4.	Soundproof materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 7. INSUFFICIENT HEAT-INSULATING BUILDING MATERIAL</b>		
7.1.	General information	
7.2.	Preparation of foam concrete mixture	
7.3.	Methods for the production of foam concrete	
7.4.	Production technology of expanded polystyrene concrete blocks	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 8. BUILDING MATERIALS POLYMER THERMAL INSULATING</b>		
8.1.	General information	
8.2.	Technology of obtaining polymer thermal insulation materials	
8.3.	The use of thermal insulation materials	
8.4.	Polymeric thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 9. HIGH-PERFORMANCE BUILDING THERMAL INSULATION MATERIALS</b>		
9.1.	General information	
9.2.	The main properties of high-performance thermal insulation materials	
9.3.	Fibrous types of thermal insulation materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 10. HEAT-INSULATING FACADE STRUCTURES (SYSTEMS)</b>		
10.1.	General information	
10.2.	Light and heavy gypsum insulation systems	
10.3.	Heavy gypsum insulation systems	

	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 11. HEAT INSULATING ENERGY EFFICIENT GLASS STRUCTURES (SYSTEMS)</b>		
11.1.	General information	
11.2.	Energy saving glass	
11.3.	Modern energy efficient building materials	
11.4.	Other energy-saving building materials and materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 12. INSULATING MATERIALS AND THEIR THERMAL PROPERTIES</b>		
12.1.	General information	
12.2.	Thermal properties of insulating material	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 13. THERMAL INSULATION PRODUCTS AND CONSTRUCTIONS OF INDUSTRIAL BUILDINGS</b>		
13.1.	General information	
13.2.	Insulation of industrial buildings	
13.3.	Heat-insulating constructions	
14.4.	Thermal insulation materials and structures	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 14. SERVICE LIFE OF THERMAL INSULATION STRUCTURES</b>		
14.1.	General information	
14.2.	Strength of thermal insulation building structures	
14.3.	Thermal insulation structures	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 15. RIGID RESISTANCE OF THERMAL INSULATING STRUCTURES</b>		
15.1.	General information	
15.2.	Water tightness of thermal insulation structures	
15.3.	Types and properties of heat engineering materials	
	Control questions	
	Additional literature	
<b>CHAPTER 16. TECHNICAL SAFETY AND SAFETY OF THERMAL INSULATION MATERIALS</b>		
16.1.	Safety precautions for thermal insulation work	
16.2.	Technical safety when using heat-insulating materials in brick buildings and structures	

	Control questions	
	Additional literature	
	List of used literature	
	Concise explanatory dictionary	

**САМАРИДДИН РАШИД УГЛИ  
МАЖИДОВ**

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Учебник для вузов