

Лекция 17. Теплоизоляционные и акустические материалы

- **17.1. Начальные сведения о теплоизоляционных материалах. Способы поризации материалов.**

-
- Теплоизоляционными называют строительные материалы для тепловой изоляции ограждающих конструкций домов, промышленного и энергетического оборудования и трубопроводов. Эти материалы должны иметь коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ и среднюю плотность $\rho \leq 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
-

- **17.2. Эффективность теплоизоляционных материалов.**

-
- Эффективное использование теплоизоляционных материалов в строительстве – один из наиболее важных направлений технического прогресса. Затраты топлива в 10÷11 раз, трудоемкость в 20÷25 раз ниже, чем при изготовлении кирпича. По тепловому сопротивлению минераловатный утеплитель толщиной в 1 см заменяет кирпичную кладку толщиной в 10÷12 см. Использование теплоизоляционных материалов снижает материалоемкость и массу изделий. Еще более эффективно применение теплоизоляционных материалов в холодильной технике (стоимость 1 условной единицы холода в 20 раз больше, чем соответствующая единица тепла).

17.3. Классификация теплоизоляционных материалов.

- Основным показателем теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности, по значению, которого материалы делятся на три класса:
- А – малотеплопроводные ($\lambda < 0,058$) ;
- Б - средне теплопроводные ($\lambda = 0,058 \div 0,116$) ;
- В – повышенной теплопроводности ($\lambda = 0,116 \div 0,18 \frac{Вт}{м \cdot K}$) .
- Величина $R = \frac{1}{\lambda}$ называется термическим сопротивлением теплопередаче.
- Теплоизоляционные материалы классифицируются по средней плотности: ($\rho_0 = 15 \div 100 \frac{кг}{м^3}$)
- ОЛ – особо легкие ($\rho_0 = 125 \div 300 \frac{кг}{м^3}$) ;
- Л – легкие ($\rho_0 = 400 \div 600 \frac{кг}{м^3}$) ;
- Т – тяжелые .
- Определяющее влияние на теплопроводность оказывает пористость. Причем, более высокое сопротивление теплопередаче оказывают те материалы, которые, в которых поры закрытые, сферические диаметром $0,1 \div 2$ мм. Воздух (в спокойном состоянии) имеет наименьший из всех земных материалов коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,023$.
Водонасыщение и замерзание воды в порах резко увеличивают теплопроводность.

17.4. Способы поризации материала.

- **Способ газообразования** основывается на выделении газообразных продуктов в объеме материала газообразователями, которые вводятся в сырьевую смесь. Вследствие химической реакции, газы, стремящиеся выйти из массы, образуют пористую структуру (газобетон, газосиликаты, газокерамика и т.д.). Как газообразователи используют алюминиевую пудру, техническую перекись водорода.
- **Способ пенообразования** основан на введении в воду пенообразующих веществ.
- **Способ повышенного водозамешивания** – основан на введении излишка воды в смесь и в дальнейшем ее выпаривании, с сохранением пористости смеси при высушивании.
- **Способ вспучивания** основан на получении волокнистой массы плотного минерального или органического состава (шлаковата, стекловата).
- **Способ выгорающих добавок** – основан на введении в сырье добавок, которые при обжиге выгорают (тирса, угольная пыль).

Материалы на основе поризации



1



2



4



5



3

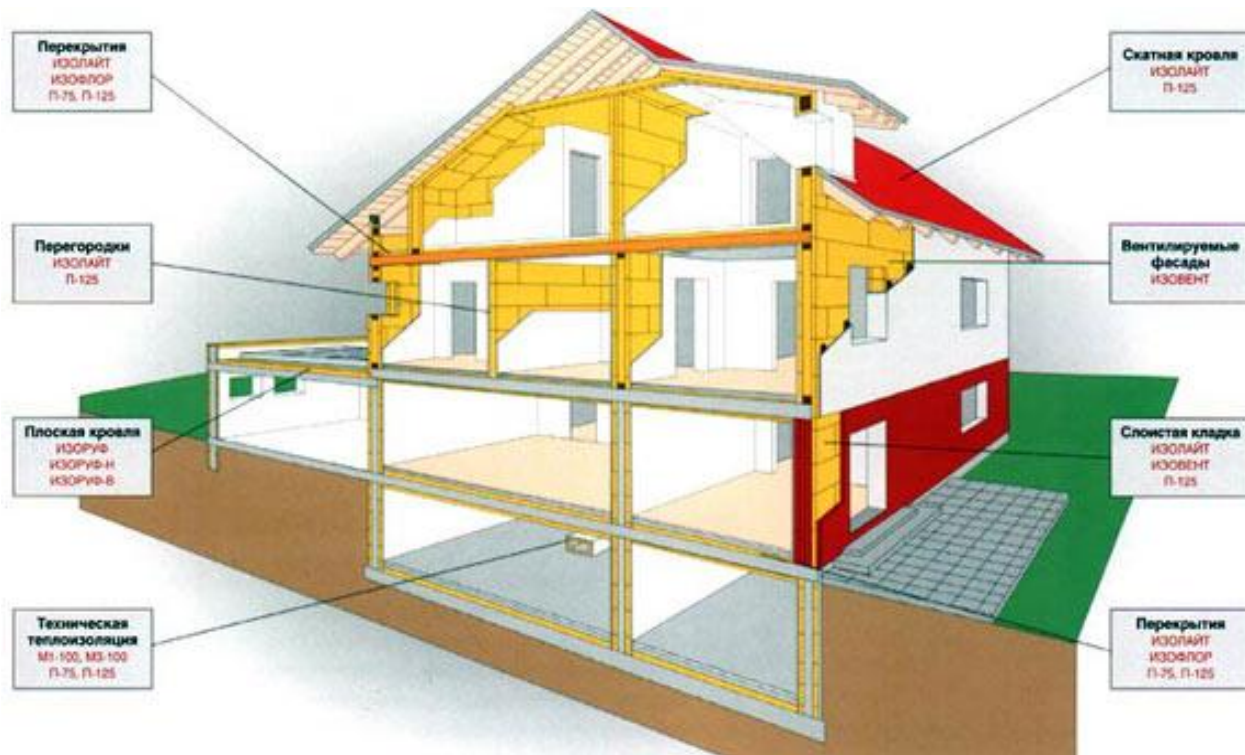


1. Полистиролбетон
2. Пенобетон
3. Арболит
4. Газосиликат
5. Керамзитбетон

17.5. Теплоизоляционные материалы и изделия.

• 17.5.1 . Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия.

- Неорганические материалы характеризуются низкой теплопроводностью, достаточной огнестойкостью, низкой гигроскопичностью, стойкостью против загнивания. Их применяют для утепления строительных конструкций, изоляции горячих и холодных поверхностей. К ним относят:
- минеральную вату. Сырье – горные породы. Стадии изготовления – плавление смеси и получение волокон дутьем и центробежным способом $\rho = 75 \div 100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\lambda = 0,042 \div 0,046 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}^0}$, диапазон использования $20 \div 600^\circ \text{C}$;
- минеральные плиты – выпускаются в виде листов или рулонов. Для скрепления волокон между собой их пропитывают синтетическими смолами. $\rho = 100 \div 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\lambda = 0,046 \div 0,052 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}^0}$.
- минеральные маты – изготавливают в виде ковра, которые складываются из слоя ваты между двумя слоями битумизированной бумаги, стеклоткани или металлической сетки. Размеры: $l \times b \times h = 500 \times 150 \times 10 \text{ см}$;
 $\rho = 100 \div 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\lambda = 0,046 \div 0,058 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}^0}$
- К неорганическим теплоизоляционным материалам относят минераловатные плиты, цилиндры и полуцилиндры, пористое стекло (пеностекло) и т.д.
-



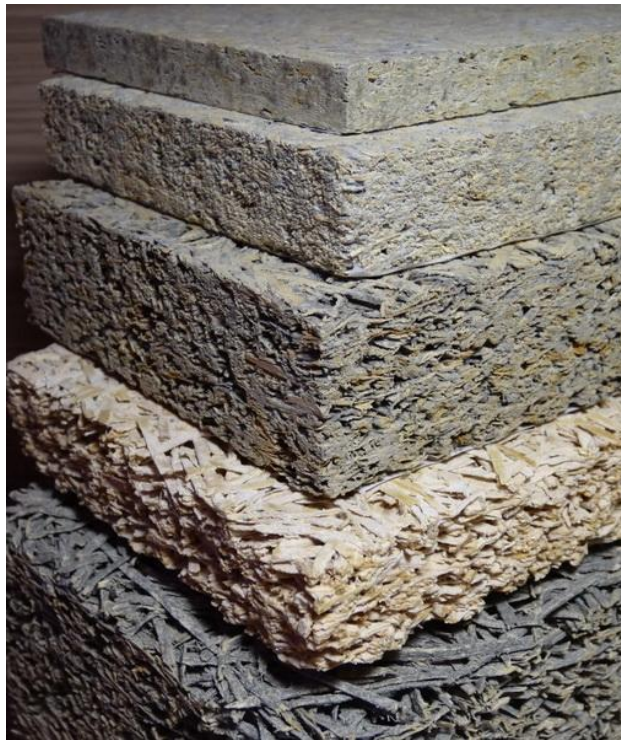
17.5.2.2. Материалы из сыпучих горных пород.

- **Вспученный перлит** изготавливают дроблением и последующим выпариванием перлита (вулканическая горная порода), которая содержит гидратную воду. Быстрое нагревание до $900-1200^{\circ}\text{C}$ размягчает породу. Вода при этом переходит в пар и вспучивает зерна, увеличивая объем в $5-10$ раз. Пористость зерен $80-90\%$, $\lambda = 0,14-0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}}$. Используется в виде песка или щебня. На основе перлита в зависимости от вяжущего получают битумоперлит, керамоперлит, стеклоперлит и т.д. Эти материалы применяют для изготовления плит, кирпича, штукатурок, легких бетонов.
- **Вспученный вермикулит** изготавливают дроблением и ускоренным выпариванием горной слюды, вследствие чего зерна увеличиваются в $15-20$ раз. Применяют как эффективную теплоизоляционную засыпку при температуре до 400°C , а также как основу для приготовления теплоизоляционных изделий на разных связях.
- **Асбесты** прочные материалы и изделия изготавливают на основе асбестового волокна в виде бумаги, картона, порошков и т.д. Кроме волокон добавляют склеивающие вещества. Рабочая температура до 500°C , $\lambda = 0,14-0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}}$.
- , коэффициент теплопроводности .



17.5.2.3. Органические теплоизоляционные материалы.

- Эти материалы изготавливают в основном из отходов деревообработки и другого растительного сырья волокнистого строения. Применение отходов экономически выгодно и способствует решению экологических задач.
- **Деревоволокнистые плиты** изготавливают из волокон не деловой древесины с добавкой смол, парафина, канифоли и т.д. с последующим горячим прессованием. Применяют для тепло- и звукоизоляции частей сооружений $\lambda = 0,46 \div 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}^0}$.
- **Древесностружечные плиты** изготавливают горячим прессованием древесных стружек и жидких термоактивных полимеров $\lambda = 0,46 \div 0,09 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}^0}$.
- **Фибролитовые плиты** изготавливают из смеси древесной шерсти, неорганического вяжущего и воды. Изделия формуют под давлением 0,5 МПа и подают в камеру термообработки.
- **Арболитовые теплоизоляционные материалы** изготавливают из смеси коротковолокнистого растительного сырья (тирса, стружка, кострецы, соломенной или камышовой сечки), воды и портландцемента. Фибролит и арболит относят к тяжелому материалу повышенной теплопроводности $\lambda = 0,100 \div 0,126 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}^0}$.
- **Торфяные теплоизоляционные материалы и изделия** изготавливают из торфяной массы, в которую входят антисептики, антипирены, гидрофобизаторы. После просушивания в металлических формах изделия подвергают тепловой обработке, во время которой выделяются смолянистые вещества. Поэтому вяжущие не нужны $\lambda = 0,08 \div 0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}^0}$.



17.6. Акустические материалы и изделия.

• 17.6.1. Назначение и классификация.

-
- Акустическими называют материалы, способные поглощать звуковую энергию, а также снижать уровень мощности звуков, которые проходят сквозь них. Такие материалы должны поглощать энергии не менее 20%.
- Акустические материалы делят на:
- звукоизоляционные – предназначены для ослабления ударного шума;
- звукопоглощающие – предназначены для гашения наружного (внешнего) шума.
- Ударный шум возникает при ударных, вибрационных и других воздействиях непосредственно на конструкцию. Внешний шум возникает от работы оборудования и других источников в воздушной среде.

17.6.3. Звукоизоляционные материалы.

- Звукоизоляционную способность материала оценивают по разнице уровней звука с обеих сторон ограждающих конструкций и выражаются в децибелах. Ухо человека воспринимает звуковые колебания частотой, причем особенно чувствительны частоты (болевого порог).
- Наиболее эффективными являются покрытия с использованием пористых материалов или многослойные конструкции с воздушными прослойками.
- Для звукоизоляционных материалов эффективными являются открытые поры, в отличие от теплоизоляционных материалов, где определяющую роль играют закрытые поры.
- Эффективными звукоизоляционными материалами являются маты и плиты из минерало- и стекловаты, древесноволокнистые и асбестоцементные плиты, пористая резина, эластичные поропласты и др.

17.6.4. Звукопоглощающие материалы.

- Звукопоглощающие материалы снижают энергию звуковых колебаний, которые попадают на эти материалы и используются для борьбы с внешним шумом. При акустической отделке интерьеров они выполняют также и декоративную роль. Основная характеристика звукопоглощающих материалов – коэффициент звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл.}}}{E_{\text{пад.}}} \quad (1)$$

- - количество энергии звуковых колебаний, которая поглощается материалом;
- - количество энергии звуковых колебаний, которая попадает на материал.
- При материал считается звукопоглощающим.
- Эффективными звукопоглощающими отделочными материалами являются плиты акмигран и акминит (изготавливаются из минеральной или стеклянной гранулированной ваты и вяжущего – крахмала, бетонита, каолина). Древесноволокнистые плиты перфорируют, образуя поры, окрашивают.
- Для звукоизоляции используют материалы конгломератной структуры – акустические бетоны и растворы. Их изготавливают из смеси пористых заполнителей с белым, цветным или обычным цементом и формуют в виде плит, блоков. Применяют плиты и блоки пористой структуры (с открытой пористостью).
- Гипсовые акустические плиты, армированные стекловолокном со сквозной перфорацией, используют в подвесных конструкциях.

