



Классификация свойств строительных материалов



Свойствами называют способность материалов определенным образом реагировать на воздействие отдельного или нескольких внешних или внутренних факторов: силовых, усадочных, тепловых и других.

Группы свойств

- **Физические свойства** характеризуют материал как физическое тело, а также его отношение к различным физическим факторам (действию воды, различных температур, электрического тока и т.д.).
- **Механические свойства** характеризуют способность материала сопротивляться действию внешних механических сил, приводящих к сжатию, растяжению, изгибу.
- **Технологические свойства** характеризуют способность материала подвергаться обработке и переработке (шлифоваться, полироваться, изменять форму, уплотняться).
- **Химические свойства** характеризуют способность материала к химическим превращениям под действием различных веществ и факторов (превращениям полезным – гидратация вяжущих веществ и вредным – коррозия материалов).

Физические свойства.

*Свойства материала, характеризующие его
как физическое тело.*



Истинная плотность (ρ) – масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии, т.е. без пор и пустот, присущих материалу в его естественном состоянии.

$$\rho = \frac{m}{V_a}$$

Размерность – г/см³ или кг/м³.

На истинную плотность материала влияют:

Химический состав материала, например:

– для органических материалов (С, Н)	1–1,6 г/см ³
– для неорганических материалов:	
оксиды Si, Ca, Al	2,2–3,3 г/см ³
портландцементный клинкер	3,2 г/см ³
керамический черепок	2,5–2,6 г/см ³
– для стали (Fe)	7,8–7,9 г/см ³

Внутреннее строение вещества, плотность упаковки частиц (атомов, молекул), например:

H_2O	– вода – 1 г/см^3 ,	лед – $0,92 \text{ г/см}^3$;
C	– графит – $2,2 \text{ г/см}^3$,	алмаз – $3,5 \text{ г/см}^3$.



Средняя плотность (ρ_m) – характеризует массу единицы объема материала в естественном состоянии (вместе с порами и пустотами). Рассчитывается путем деления массы образца на его объем:

$$\rho_m = \frac{m}{V_e}$$

Размерность – в г/см³ или кг/м³.



На среднюю плотность влияют:

- – *пористость материала* (при увеличении пористости средняя плотность уменьшается);
- – *влажность материала* (чем выше влажность, тем выше средняя плотность).

- 
- Среднюю плотность определяют у материалов в сухом состоянии.
 - Объем материала измеряют по-разному в зависимости от формы образца или изделия (правильная геометрическая форма или неправильная).
 - По величине ρ_m можно косвенно судить о многих свойствах материала (теплопроводности, прочности).
 - Средняя плотность – одно из самых важных свойств теплоизоляционных материалов, поэтому значение средней плотности является *маркой* теплоизоляционных материалов.



Пористость (П) – степень заполнения объема материала порами; ее вычисляют по формуле:

$$П = \frac{V_{пор}}{V_e} \cdot 100 \%$$



Пористость изменяется в широком диапазоне у строительных материалов:

- $P = 0 \%$ – стекло, битум, сталь, полимеры;
 - $P = 0,2-0,8 \%$ – гранит;
 - $P = 75-85 \%$ – газобетон (ячеистый бетон);
 - $P = 90-98 \%$ – ячеистые пластмассы.
-
- **Поры различаются по размеру, форме и характеру.**



□ *Поры могут быть размером от 10^{-3} до 10^{-9} м*

□ – микрокапилляры, $r \leq 0,1$ мкм (1 мкм = 10^{-6} м = 10^{-3} мм)
(мелкие);

□ – макрокапилляры, r от $0,1$ до 10 мкм (средние);

□ – некапиллярные поры (крупные).

По форме и характеру бывают:

- – изолированные, закрытые поры (рис. 1);
- – сообщающиеся поры (рис. 2);
- – открытые поры (рис. 3).

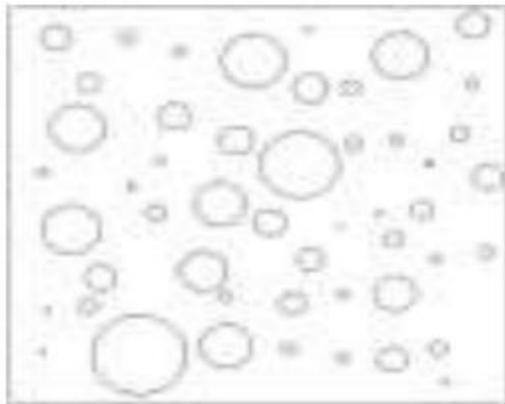


Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



При увеличении пористости:

Уменьшаются

средняя плотность материала,

теплопроводность материала,

Увеличиваются

водопоглощение (при открытых порах),

водопроницаемость (при открытых порах)



Для большинства материалов наиболее благоприятная структура – микропористая с равномерно распределенными замкнутыми порами.



Пустотность – степень заполнения объема изделия пустотами, %.

$$\Pi = (V_{\text{п}}/V_{\text{е}})100 \text{ \%}.$$

- 
- 
- Для зернистых сыпучих материалов, не имеющих постоянной формы, характеристиками являются плотность зерна, насыпная плотность и межзерновая пустотность.
 - *Плотность зерна (ρ_z)* – масса единицы объема зерна в естественном состоянии, т.е. это средняя плотность применительно к зерну.

Насыпная плотность (ρ_H) – характеризует массу единицы объема зернистого материала (песка, щебня, гравия) в рыхлонасыпанном состоянии. В ее величине отражается влияние не только межзерновых пустот в рыхлонасыпанном объеме материала, но и пор в каждом зерне.

$$\rho_H = \frac{m}{V_H}$$

Примеры:

насыпная плотность песка – 1600 кг/м³,

насыпная плотность цемента – 1100–1300 кг/м³,

насыпная плотность легких заполнителей – 250–1100 кг/м³.

Межзерновая пустотность – степень заполнения объема рыхлонасыпанного материала межзерновыми пустотами, %.

$$\Pi = [(\rho_z - \rho_n) / \rho_z] 100, \%$$

Межзерновая пустотность зависит от наличия в материале зерен разного размера и соотношения между ними. Поэтому для песка и щебня предъявляются требования к гранулометрическому составу.



□ Для тонкодисперсных материалов, получаемых помолом, важной характеристикой является степень измельчения – тонкость помола, определяемая путем просеивания пробы через стандартное сито.

□ Тонкость помола – величина остатка на сите в %.



Теплофизические свойства

□ **Теплопроводность** – способность материала проводить через свою толщину тепловой поток, возникающий под влиянием разности температур на поверхностях, ограничивающих материал.

□ Теплопроводность оценивают **коэффициентом теплопроводности λ** , который равен количеству тепла, проходящего через стену из материала толщиной в 1 м и площадью 1 м² в течение 1 ч при разности температур на противоположных поверхностях в 1 °С.



□ *Величина теплопроводности зависит от целого ряда факторов:*

- плотности и пористости;
- состава и внутреннего строения материала;
- влажности и температуры материала.



Влияние плотности и пористости на теплопроводность материалов.

Для теплоизоляционных материалов предпочтительно мелкопористое строение с замкнутыми порами, это затрудняет теплопередачу.

- Влияние состава и строения материала каркаса. Чем сложнее и больше по размерам молекулы вещества каркаса, тем ниже λ .

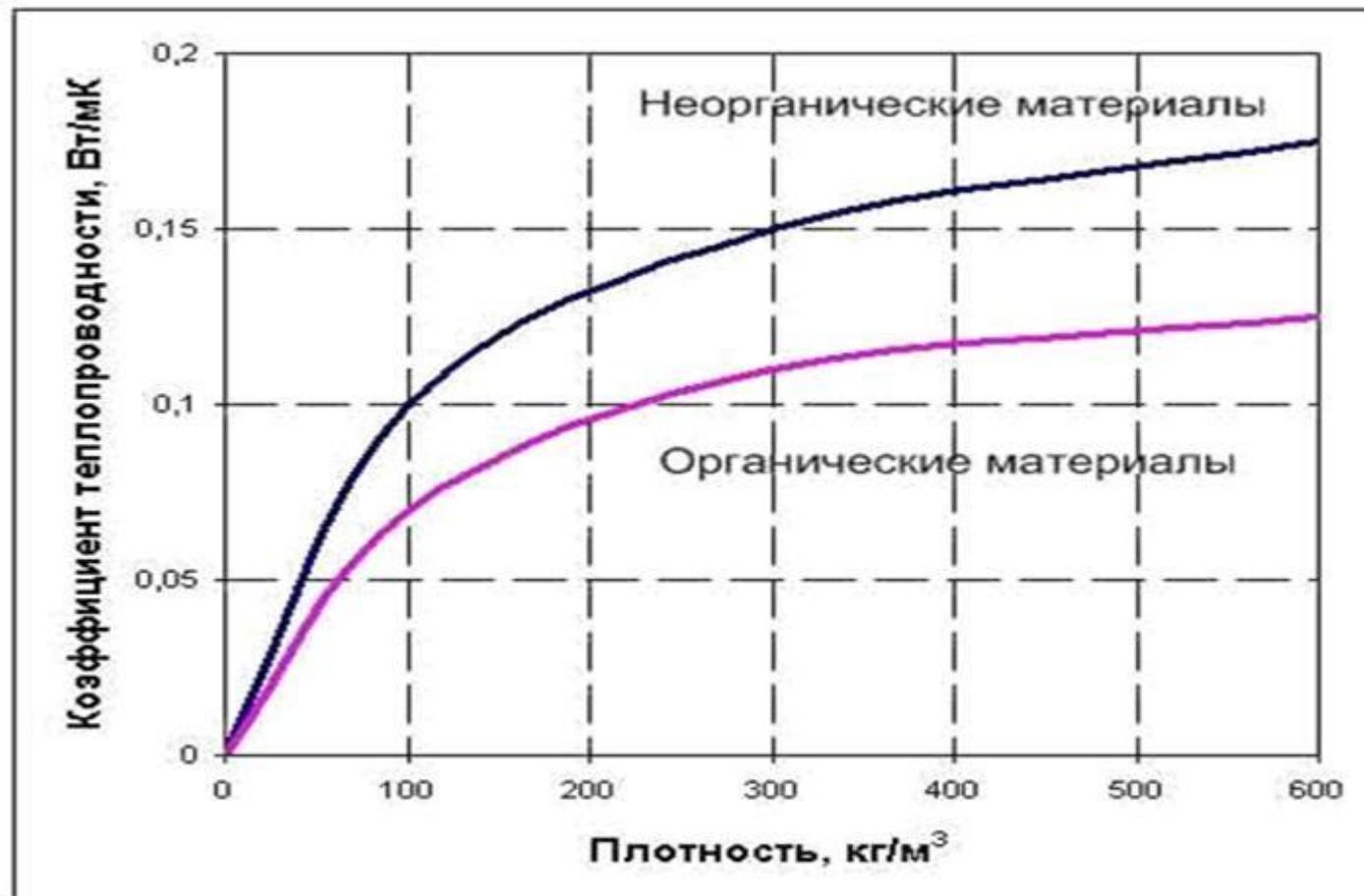


Рис Зависимость теплопроводности ТИМ от плотности

- 
- У кристаллических веществ теплопроводность выше, чем у материалов аморфного строения.
 - У волокнистых и слоистых материалов теплопроводность зависит от направления теплового потока: вдоль или поперек волокон или слоев.

Например, у древесины сосны

$\lambda_{\parallel} - 0,35$ Вт/(м·К);
$\lambda_{\perp} - 0,17$ Вт/(м·К).

▣ *Влияние влажности на теплопроводность материалов.*

▣ Теплопроводность пористых материалов резко возрастает при увлажнении и особенно замерзании воды в порах материала, так как:

$$\lambda_{\text{возд.}} = 0,023 \text{ Вт/(м·К)};$$

$$\lambda_{\text{воды.}} = 0,55 \text{ Вт/(м·К)};$$

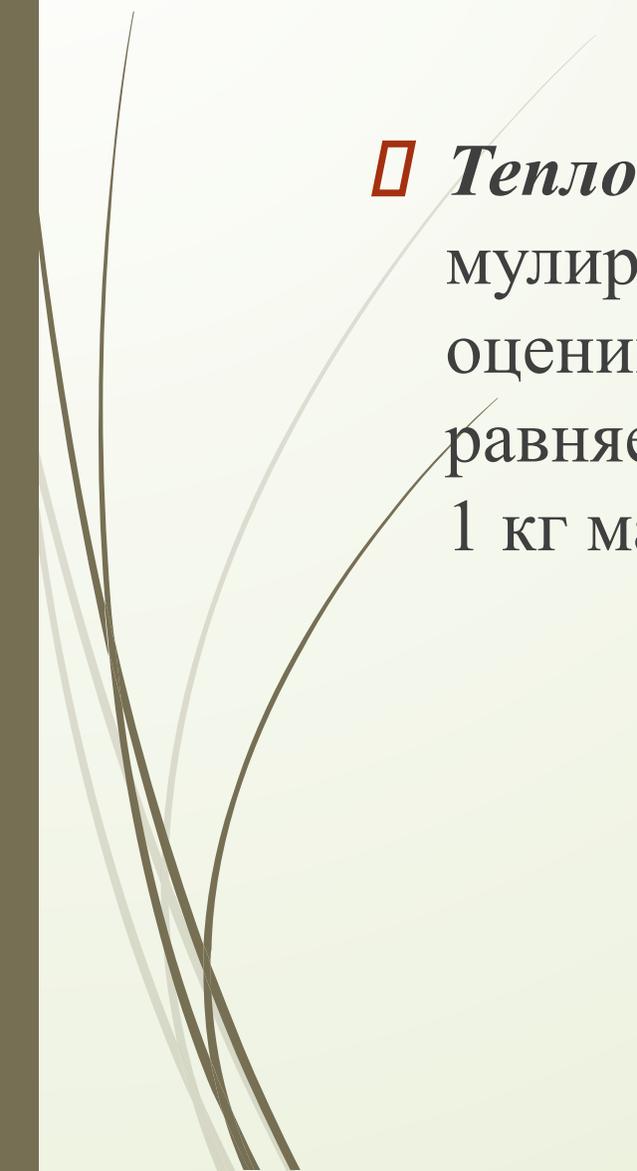
$$\lambda_{\text{льда.}} = 2,3 \text{ Вт/(м·К)}.$$

- 
- *Влияние влажности на теплопроводность материалов.*
 - Повышение температуры приводит к линейному возрастанию теплопроводимости
 - Формула В.П. Некрасова

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16$$



□ **Теплоемкость** – способность материалов поглощать (аккумулировать) теплоту при нагревании. Теплоемкость оценивается величиной удельной теплоемкости C , которая равняется количеству тепла, необходимому для нагревания 1 кг материала на 1 °С.



- 
- 
- **Температурные деформации** – изменения линейных размеров или объема материала при изменении его температуры. Обычно при повышении температуры размеры и объем увеличиваются, при снижении температуры размеры и объем, соответственно, уменьшаются.
 - **Огнестойкость** – способность материалов противостоять действию огня при пожаре в течение определенного времени без существенного снижения прочности и значительных деформаций.



Строительные материалы подразделяются на *негорючие* (НГ) и *горючие* (Г).

- **Негорючие материалы** – под воздействием огня и высокой температуры не горят, не воспламеняются и не тлеют. Это неорганические материалы – бетоны, керамика, минеральная вата, стекло и другие материалы.
- **Горючие** строительные материалы подразделяются на четыре группы: Г1 (слабогорючие), Г2 (умеренногорючие), Г3 (нормальногорючие), Г4 (сильногорючие).



□ ***Слабогорючие материалы*** – под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются с трудом, тлеют и обугливаются, но после прекращения действия огня их горение и тление прекращается.

□ ***Сильногорючие материалы*** – органические материалы, которые под воздействием огня и высокой температуры воспламеняются и продолжает гореть после удаления источника огня: древесина, битум, большинство полимеров.

- 
- 
- ***Предел огнестойкости*** – продолжительность сопротивления воздействию огня до потери несущей способности или прочности.
 - ***Огнеупорность*** – способность материала выдерживать длительные воздействия высоких температур без разрушения и деформаций (без плавления).