


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 ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м} = 10^{-3} \text{ мм}$)
(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).

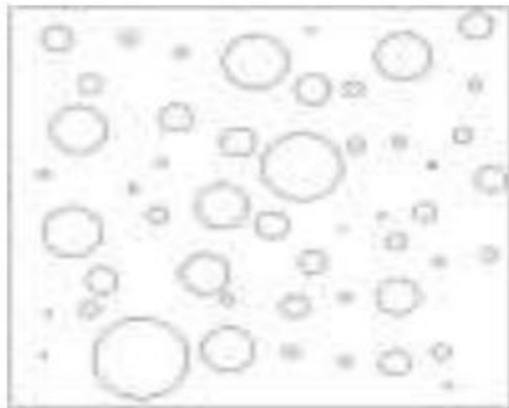


Рис. 1



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 %.

A decorative graphic on the left side of the slide. It features a solid red arrow pointing to the right, positioned horizontally. Behind the arrow and extending upwards and to the right are several thin, curved lines in shades of grey and brown, creating a sense of movement or a stylized background element.


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 .

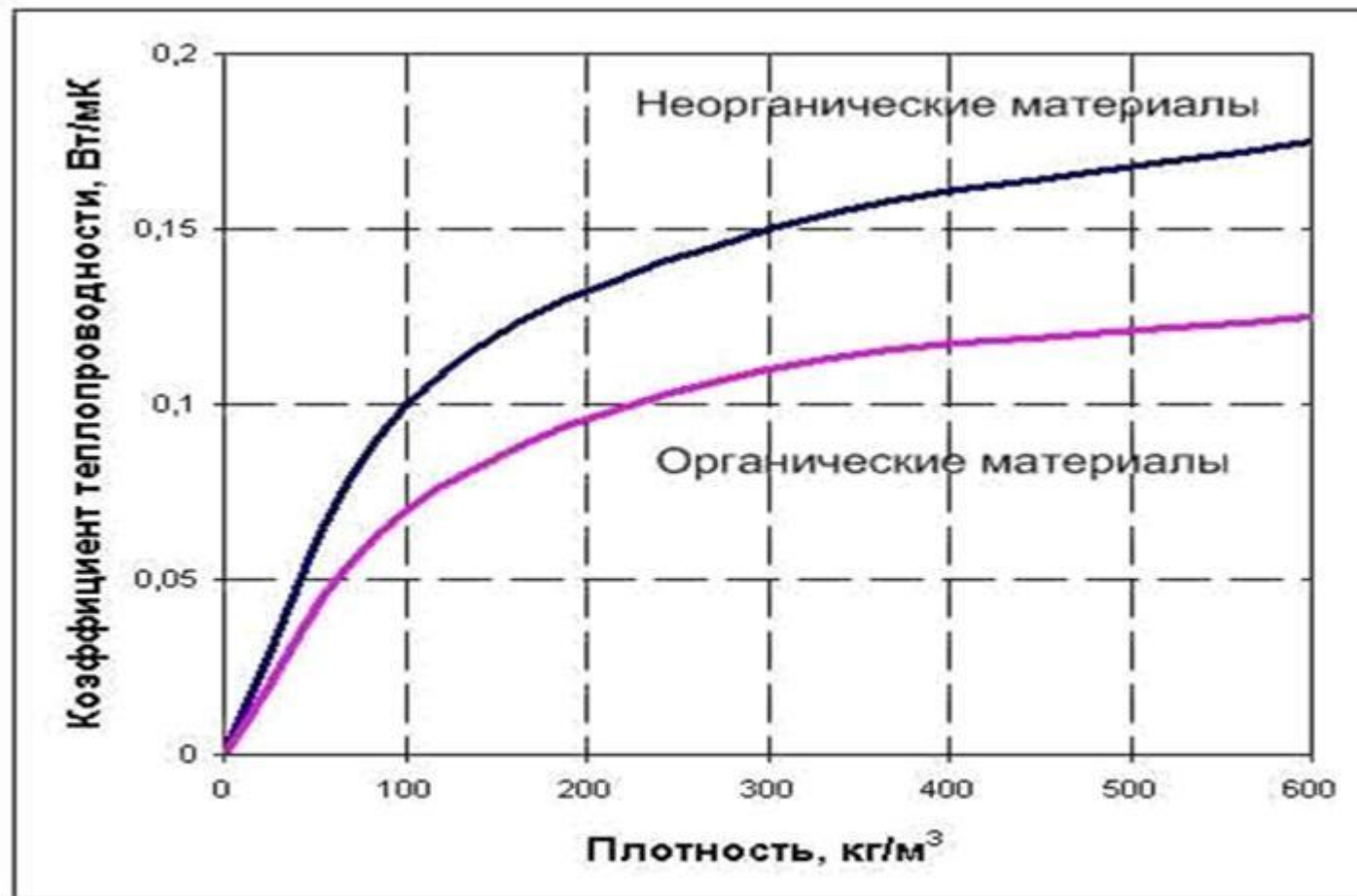



Рис Зависимость теплопроводности ТИМ от плотности

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


▣ *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.*

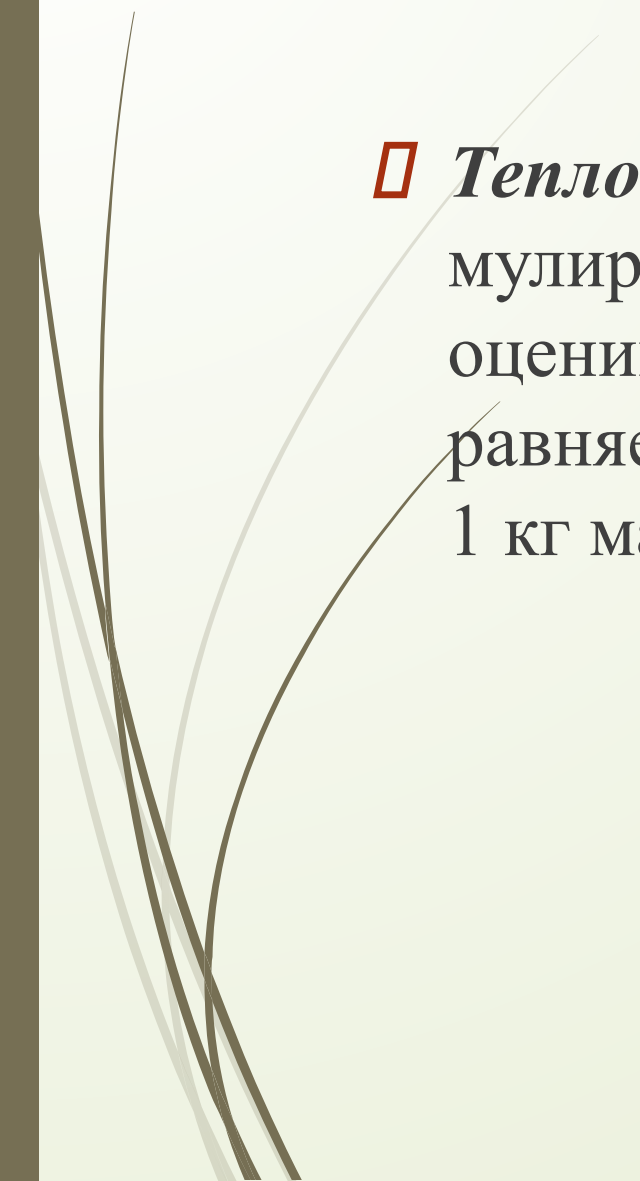
□ Повышение температуры приводит к линейному возрастанию теплопроводимости


□ 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 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.




- 
- **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).