

# Лекция 2. Стандартизация свойств. Физические, механические, физико-химические свойства СМ.

## Долговечность и надежность

### 2.1. Стандартизация свойств. Марки материалов

Свойства материалов оценивают количественно – по числовым показателям, устанавливаемым по специальным методикам, предусмотренным государственными стандартами и техническими условиями (ДСТУ, ТУ). Основные положения строительного проектирования, производства строительных работ и требования к строительным материалам и изделиям регламентируются государственными строительными нормами (ДБН), обязательными для всех организаций и предприятий.

В стандартах и ДБНах требования к свойствам материалов выражены в виде марок и классов этих материалов. Деление на марки обычно осуществляется по показателю основного свойства материала, зависящего от условий его эксплуатации в сооружении. Деление на марки по прочности является основным для материалов и изделий, из которых изготавливаются несущие конструкции. ДБН устанавливает единую шкалу марок (классов) по пределу прочности на сжатие (МПа) 0,4:0,7:1,0:1,5:2,5:5,0 – 100. Для теплоизоляционных материалов таким признаком является средняя плотность, для материалов гидротехнических сооружений – морозостойкость (количество циклов) и т.д.

## 2.2. Физические свойства

Физическое состояние строительных материалов достаточно полно характеризуется средней и истинной плотностью, пористостью.

### 2.2.1. Истинная плотность

Истинная плотность - плотность материала без пор и пустот  $\frac{\text{кг}}{\text{см}^3}; \frac{\text{г}}{\text{см}^3}; \frac{\text{г}}{\text{мл}}; \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$  и т.д., определяемая как отношение массы материала к объему без учета пор, пустот и полостей:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

где:  $m$  - масса порошка материала;  
 $V$  - объем порошка (материала).

Истинная плотность справочная величина (гранит – 2,65-2,8 кг/м<sup>3</sup>; бетон 2,6 – 2,7 кг/м<sup>3</sup>; керамический кирпич 2,65-2,7 кг/м<sup>3</sup>).

### 2.2.2. Средняя плотность

Средняя плотность - плотность образца материала с порами и пустотами (в естественном состоянии). Единицы измерения те же, что и для истинной плотности:

(2.2)

$$\rho_n = \frac{m_n}{V_n}$$

где:  $m_n$  - масса материала;  
 $V_n$  - объем материала с порами и пустотами.

Средняя плотность некоторых материалов: гранит – 2,6-2,8 кг/м<sup>3</sup>; тяжелый бетон 2,0-2,4 кг/м<sup>3</sup>; керамический кирпич 1,6-1,8 кг/м<sup>3</sup>.

Средняя плотность материала – важная характеристика при расчете прочности сооружения с учетом собственного веса, для определения способа и стоимости перевозки материала, для расчета складов и подъемно-транспортных механизмов. По величине средней плотности косвенно судят о некоторых других свойствах материала.

### 2.2.3. Насыпная плотность

Насыпная плотность - плотность материала в насыпном состоянии. Единицы измерения те же, что и для истинной плотности:

(2.3)

$$\rho_n = \frac{m_n}{V_n}$$

где:  $m_n$  - масса насыпного объема материала;  
 $V_n$  - насыпной объем материала.

Насыпную плотность определяют для сыпучих материалов (песка, щебня, цемента и т.п.). В ее величине отражается не только влияние пор в каждом зерне, но и межзерновых пустот в рыхлонасыпном объеме материала.

## 2.2.4. Относительная плотность

В ряде случаев используют понятие относительная плотность - отношение (1) средней плотности материала к плотности жидкости, как правило, воды при  $4^{\circ}C$ . Относительная плотность безразмерная величина:

$$d = \frac{\rho_m}{\rho_{\text{воды}}} \quad (2.4)$$

## 2.2.5. Пористость

Пористость  $\Pi$  – относительная величина, показывающая, какая часть объема материала занята внутренними порами размером не более 1...3 мм. Единицы измерения: доли единицы, %:

$$\Pi = 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \quad (2.5)$$

$$\Pi = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) 100\% \quad (2.6)$$

С пористостью материала связаны такие физические показатели:

прочность,

водопоглощение,

морозостойкость,

теплопроводность и т.д.

Поры могут быть закрытыми (недоступными для заполнения водой) и открытыми.

*Свойства материалов по отношению к различным физическим воздействиям.*

### **2.2.6. Гигроскопичность**

Гигроскопичность – это способность материала поглощать водяные пары из воздуха.

### **2.2.7. Капиллярное смачивание**

Капиллярное смачивание пористых материалов происходит за счет поднятия уровня влаги в капиллярах, когда частицы материала (конструкции) находятся в воде (пример – грунтовые воды при отсутствии гидроизоляции приводит к замачиванию нижних частей здания). Капиллярное смачивание характеризуется высотой поднятия воды, объемом поглощенной воды и интенсивностью смачивания.

### **2.2.8. Водопоглощение.**

Водопоглощение ( $W_M$  – по массе;  $W_0$  – по объему) свойство материала поглощать и удерживать воду при непосредственном с ней соприкосновении, %:

$$; \quad W_M = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (2.5)$$

$$W_0 = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в \times V} \times 100\% \quad (2.6)$$

где:

$\rho_в$  – плотность воды;

$m_2; m_1$  – масса образца соответственно в насыщенном водой и сухом состоянии, г.

### 2.2.10. Влажность

Влажность ( $W$ ) – отношение содержания воды в материале к массе сухого материала в естественных условиях, %:

$$W = \frac{m_1 - m_c}{m_c} \times 100\%, \quad (2.7)$$

где:

$m_1$  - масса водонасыщенного материала;

$m$  - масса сухого материала.

### 2.2.11. Водостойкость

Водостойкость – способность материала сохранять прочность при временном или постоянном увлажнении. Численной характеристикой водостойкости является коэффициент размягчения ( $K_p$ ) который изменяется от нуля (материал полностью размокает) до единицы. При ( $K_p \geq 0,75...0,8$ ) материал считают водостойким:

$$K_p = \frac{R_u}{R_c}, \quad (2.8)$$

где:

$R_u$  и  $R_c$  - предел прочности при сжатии водо-насыщенного и сухого материала, соответственно.

### 2.2.12. Влагоотдача

Влагоотдача – это способность материала отдавать воду с изменением температуры и влажности окружающей среды. Эта способность характеризуется интенсивностью потери влаги за сутки при относительной влажности окружающей среды 60% и .

### 2.2.13. Водопроницаемость

Водопроницаемость – это способность материала пропускать сквозь себя воду при определенном гидростатическом давлении.

### 2.2.14. Паропроницаемость

Паропроницаемость – это способность материала пропускать водяной пар при наличии разности давления возле поверхности раздела

### 2.2.14. Гидрофильность

Гидрофильность – способность материала связывать воду и смачиваться водой.

### 2.2.15. Гидрофобность

Гидрофобность – это способность материала не смачиваться водой (отталкивать воду)

## 2.2.16. Деформации набухания и усадки

Данные деформации – это способность материала изменять свой объем, происходящий при смене влажности, что может привести к структурным напряжениям в материале.

Свойства материала при насыщении водой увеличиваться в объеме называется набуханием (глина, древесина).

С уменьшением влажности (высыханием) некоторые материалы дают усадку, т.е. уменьшаются в объеме и размерах, что может вызвать появление трещин (кирпича-сырец, бетон).

Эту особенность необходимо учитывать, выбирая условия хранения и применения в строительстве таких материалов.

## 2.2.17. Морозостойкость

Морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без уменьшения прочности при сжатии и потерь массы в нормальных условиях.

Марка по морозостойкости характеризуется оптимальным числом циклов замораживания – оттаивания, которое выдерживает исследуемый материал. Например, кирпич керамический выпускают марок F15, F25, F35, F50 (цифры обозначают число циклов).

Наиболее морозостойкие материалы – плотные материалы с низким водопоглощением, однородные по структуре.

Морозостойкость – свойство материала, насыщенного водой, выдерживать многократное замораживание и оттаивание без значительных признаков разрушения и снижения прочности. Материал считают выдержавшим испытания, если потеря массы образцов составляет не более 5 %, а прочность снижается не более чем на 15 %.