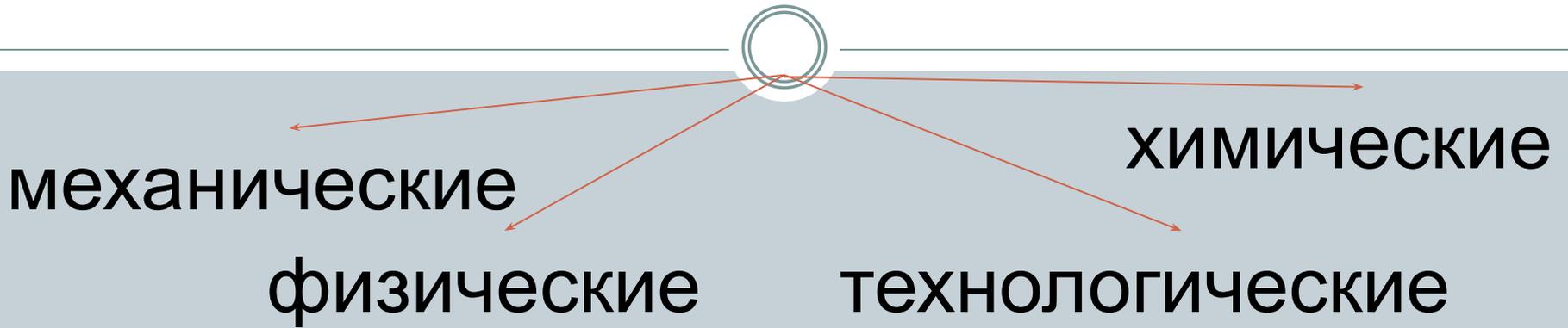


ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ЛЕКЦИЯ 2

Основные свойства



Физические свойства



1. Параметры физического состояния (истинная, средняя, относительная, насыпная плотность);
2. Структура материала (пористость; пустотность – для сыпучих);
3. Способность материала отвечать на действия физических факторов:
водной среды - гидрофизические свойства;
тепловых – теплофизические свойства;
электрических – электрофизические свойства и т.п.

Параметры состояния



- Истинная плотность: $\rho_{и} = m/V_a$; (г/см³, кг/м³, т/м³), где m – масса материала, V_a – объем материала в абсолютно плотном состоянии
- Средняя плотность: $\rho_o = m / V_{ест}$, (г/см³, кг/м³, т/м³), где m – масса материала; $V_{ест}$ – объем материала в естественном состоянии
$$V_{ест} = V_a + V_{пор}$$
- Относительная плотность (d) выражает среднюю плотность материала по отношению к плотности воды (это безразмерная величина)
- Насыпная плотность: $\rho_o^{нас} = m/V_{нас}$
- Линейная плотность: $\rho_l = m/l$, (г/см)
- Поверхностная плотность: $\rho_s = m/S$, (г/см²).

Структурные характеристики



Пористость – степень заполнения объема

материала порами: общая (истинная) пористость, открытая (кажущаяся) пористость и закрытая пористость

- Пористость истинная (общая) : $P_{и} = (1 - \rho_o / \rho_{и}) \cdot 100\%$; $P_{и} = P_{з} + P_{о}$;
- Пористость открытая (кажущаяся): $P_{о} = (P_{ф} + P_{т})$; $P_{и} = P_{з} + (P_{ф} + P_{т})$ $P_{ф}$ – пористость фильтрационная (сквозная); $P_{т}$ – пористость тупиковая
- $P_{о} = \frac{m_{нас} - m_{сух}}{V_{ест}}$, где $m_{сух}$ и $m_{нас}$ – масса материала в сухом и насыщенном водой состоянии
- Коэффициент плотности ($K_{пл}$) = $\rho_o / \rho_{и}$ – степень заполнения объема, занятого кусковым материалом самим веществом материала.

Структурные характеристики (рыхлосыпучие материалы)



- Пустотность: (степень заполнения объема, занятого сыпучим материалом, межзерновыми пустотами)

$$V_{\text{пуст}} = (1 - \rho_o^{\text{нас}} / \rho_{o.з}) \times 100\% = (1 - K_{\text{упл}}) \times 100\%$$

$\rho_{o.з}$ - средняя плотность зерен, т.е. масса зерен материала вместе с порами

- Коэффициент уплотненности сыпучего материала:

$$K_{\text{упл}} = \rho_o^{\text{нас}} / \rho_{o.з}, \text{ где } \rho_{o.з} - \text{средняя плотность зерен}$$

- Коэффициент упаковки: $K_{\text{упк}} = \rho_o^{\text{нас}} / \rho_{\text{и}}$

Действие физических факторов



Гидрофизические свойства:

- Влажность : $W_{абс} = (M_{вл} - M_{сух}) / M_{сух} \times 100\%$. $W_{отн} = (M_{вл} - M_{сух}) / M_{вл} \times 100\%$;
- Водопоглощение по массе: $V_m = (M_{нас} - M_{сух}) / M_{сух} \times 100\%$.
- Водопоглощение по объему: $V_o = (M_{нас} - M_{сух}) / V_{ест} \times 100\%$.
- $V_o / V_m = \rho_o$, $V_o = V_m \times \rho_o$.
- Коэффициент насыщения (K_n) = V_o / Π_i .
- Водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением.
- Коэффициент фильтрации $K_f = V_v \cdot a / [S(p_1 - p_2)t]$, (м/час).

Действие физических факторов



Гидрофизические свойства:

- Водостойкость – это способность материала сохранять прочность в насыщенном водой состоянии
- Коэффициент размягчения (водостойкости)
$$K_{\text{разм}} = R_{\text{нас}}/R_{\text{сух}}$$
- Морозостойкость – это способность материала, в насыщенном водой состоянии, выдерживать многократное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения
- Газо- и паропроницаемость – самостоятельно

Действие физических факторов



Теплофизические свойства:

- Теплопроводность; коэффициент теплопроводности
- Огнеупорность
- Огнестойкость
- Коэффициент линейного температурного расширения
- Теплоемкость - самостоятельно

Теплофизические свойства



- Теплопроводность – это способность материала проводить теплоту через свою толщину от одной поверхности к другой
- Коэффициент теплопроводности
$$(\lambda = Q \cdot \delta / S(t_v - t_n) \cdot \tau)$$
- Формула Некрасова
$$\lambda = 1,16 (\sqrt{0,0196 + 0,22 d^2}) - 0,16; \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$$
- Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции
$$R = \delta / \lambda; \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

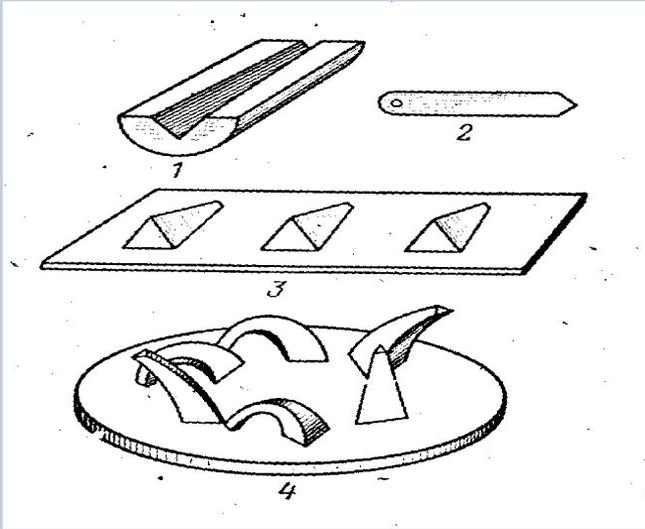
Теплофизические свойства



- Огнеупорность – это свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры, не размягчаясь, не деформируясь
- По огнеупорности материалы подразделяют:
 - Легкоплавкие, стойкие к действию температуры до 1350°C (не размягчаются)
 - Тугоплавкие – $1350 - 1580^{\circ}\text{C}$
 - Огнеупорные – свыше 1580°C

Теплофизические свойства

Для определения огнеупорности используют набор стандартных образцов-пироскопов



Определение огнеупорности глин:
1- форма; 2— выталкиватель;
3 — сформованные испытуемые пироскопы (КИ); 4—внешний вид пироскопов после испытания

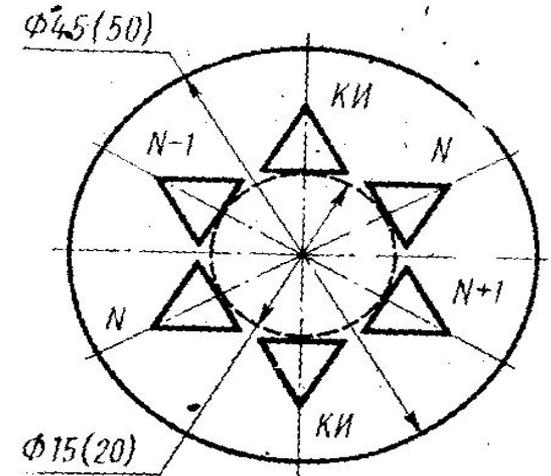


Схема
размещения пироскопов
на подставке

КИ – испытуемые пироскопы;

N - пироскопы с $T_{пл} = 1370^{\circ}\text{C}$

N-1 – пироскопы с $T_{пл} = 1350^{\circ}\text{C}$

N+1 - пироскопы с $T_{пл} = 1390^{\circ}\text{C}$

Теплофизические свойства

- Огнестойкость - это способность материала противостоять действию огня в течение определенного времени
- Определение по методу «огневой трубы»
 - Сгораемые - горят открытым пламенем,
 - Трудносгораемые – тлеют, но после удаления огня не горят,
 - Несгораемые – не горят, но возможно растрескиваются, деформируются (асбоцементный шифер)

Механические свойства



- характеризуют способность материалов противостоять силовым или механическим нагрузкам, напряжениям, возникающим без нарушения структуры

- Прочность
- Твердость
- Истираемость
- Упругость
- Пластичность

Деформативные свойства

Механические свойства



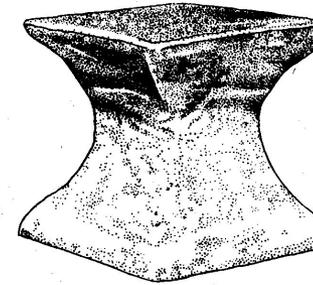
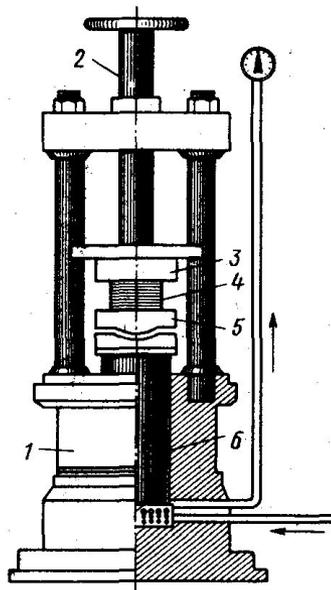
- Прочность - способность материалов сопротивляться внутренним напряжениям, возникающим в результате действия внешних сил: прочность при сжатии, при изгибе, при растяжении и т.д.
- Оценивают пределом прочности R - напряжением в испытуемом образце материала в момент его разрушения.

Механические свойства



- Прочность при сжатии
- Неоднородные по структуре материалы характеризуются по среднему результату испытаний нескольких образцов
- Форма образцов – кубы $100 \times 100 \times 100$, $200 \times 200 \times 200$, $150 \times 150 \times 150$, $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм; цилиндры: $d = 50, 70, 100$ мм, $h = 160$; призмы: $a \times b = 40 \times 40$ мм
- $R_{сж} = F_{разр} / A$, МПа.
где $F_{разр}$ – разрушающее усилие;
 A – площадь поперечного сечения, m^2 .

Испытание на гидравлическом прессе



Образец куба после испытания на сжатие на гидравлическом прессе

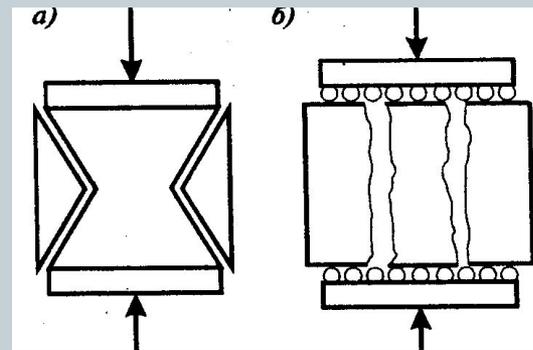


Схема разрушения хрупких материалов а) сжатие куба; б) то же со смазанными опорными гранями.

Схема гидравлического пресса для испытания на сжатие:
1- станина; 2 – винтовое приспособление для зажима образцов;
3 - верхняя опорная плита;
4 – испытуемый образец;
5 - нижняя опорная плита с шаровой поверхностью; 6 - поршень

Механические свойства



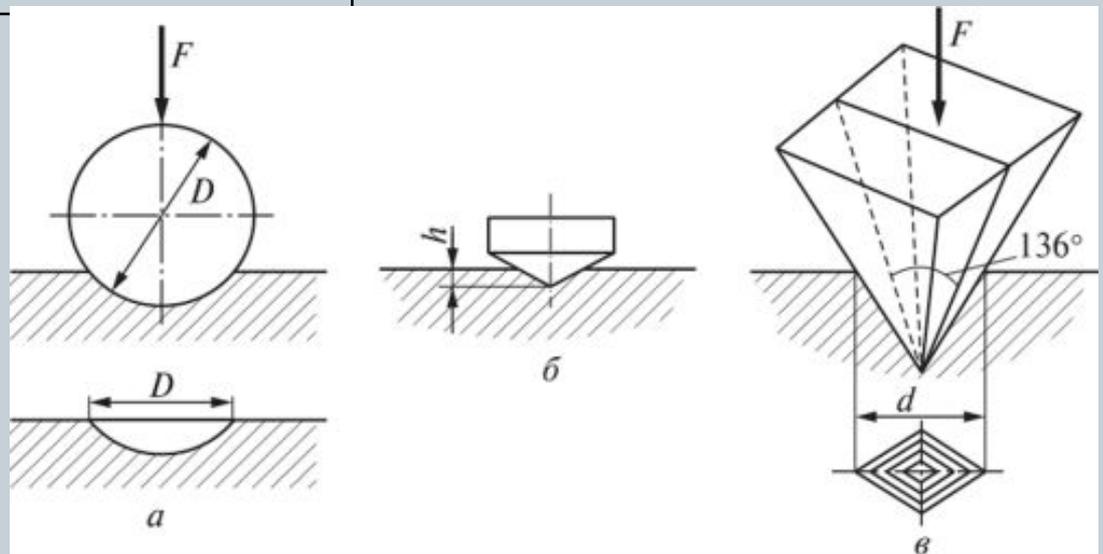
- **Твердость** – свойство материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела

Шкала твердости Мооса

1. Тальк $\text{Mg}_3 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}] [\text{OH}]_2$ - легко царапается ногтем.
2. Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - царапается ногтем.
3. Кальцит CaCO_3 - легко царапается стальным ножом.
4. Флюорит (плавиковый шпат) CaF_2 - царапается стальным ножом под небольшим нажимом.
5. Апатит $\text{Ca}_5 [\text{PO}_4]_3 \text{F}$ - царапается ножом под сильным нажимом.
6. Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3 \text{O}_8]$ (калиевый полевой шпат) – слегка царапает стекло.
7. Кварц SiO_2 - легко чертит стекло
8. Топаз $\text{Al}_2 [\text{SiO}_4] [\text{F}, \text{OH}]_2$
9. Корунд $\text{Al}_2 \text{O}_3$
10. Алмаз C

Методы определения твердости

Метод Бринелля	$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Метод Роквелла	Твердость по Роквеллу (HR) определяют по специальной шкале с учетом действующей силы и глубины вдавливания h
Метод Виккерса	$HV = 0,189 \frac{F}{d^2}$



Схемы определения твердости: а - по Бринеллю; б— по Роквеллу; в — по Виккерсу

Механические свойства



- **Истираемость** – свойство поверхностного слоя материала сопротивляться абразивному износу.
- Для определения истираемости для различных материалов используются разные методы, строго регламентированные стандартами (истираемость бетона определяют с помощью круга истирания ЛКИ, истираемость линолеума – с помощью вращающихся барабанов, обтянутых наждачной бумагой)
- Истираемость оценивают по потере массы или толщины образцов после цикла стандартных испытаний.
- **Деформативные свойства: упругость, пластичность - самостоятельно**

Технологические (реологические) свойства



- Вязкость - внутреннее трение жидкости, препятствующее перемещению одного слоя относительно другого; Па·с (паскаль-секунда)

- Предельное напряжение сдвига – структурная прочность – это значение внутренних напряжений в пластично-вязком материале, при котором он начинает течь, т.е. превращается в вязкую жидкость

- Тиксотропия - способность пластично-вязкого материала при повторяющихся воздействиях приобретать текучесть; разрушение структурных связей внутри пластично-вязкого теста