ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЛЕКЦИЯ 2

Основные свойства

механические

химические

физические

технологические

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

- <u>Истинная плотность</u>: $\rho_и = m/V_a$; (г/см³, кг/м³, т/м³), где m – масса материала, V_a – объем материала в абсолютно плотном состоянии

- <u>Средняя плотность</u>: $\rho_о = m / V_{ест}$, (г/см³, кг/м³, т/м³), где m – масса материала; $V_{ест}$ – объем материала в естественном состоянии

  $V_{ест} = V_a + V_{пор}$

- <u>Относительная плотность</u> (d) выражает среднюю плотность материала по отношению к плотности воды (это безразмерная величина)

- <u>Насыпная плотность:</u> $\rho_о^{нас} = m/V_{нас}$

- <u>Линейная плотность:</u> $\rho_l = m/l$,(г/см)

- <u>Поверхностная плотность:</u> $\rho_s = m/S$,(г/см²).

Структурные характеристики

<u>Пористость – степень заполнения объема материала порами:</u> общая (истинная) пористость, открытая (кажущаяся) пористость и закрытая пористость

- Пористость истинная (общая) : Пи=(1- $\rho_о$/ $\rho_и$)·100%; Пи=Пз + По;
- Пористость открытая (кажущаяся): По=(Пф+Пт); Пи=Пз+(Пф+Пт) Пф –пористость фильтрационная (сквозная); Пт- пористость тупиковая
- По= $m_{нас}$ – $m_{сух}$/ $V_{ест}$, где $m_{сух}$ и $m_{нас}$ - масса материала в сухом и насыщенном водой состоянии
- Коэффициент плотности ($К_{пл}$) = $\rho_о$/ $\rho_и$ – степень заполнения объема, занятого кусковым материалом самим веществом материала.

Структурные характеристики (рыхлосыпучие материалы)

- <u>Пустотность: (</u>степень заполнения объема, занятого сыпучим материалом, межзерновыми пустотами)

  $V_{пуст}=(1-\rho_{о}^{нас}/\rho_{о.з})\times100\%=(1-К_{упл})\times100\%$

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

- <u>Коэффициент уплотненности сыпучего материала:</u>

  $К_{упл}=\rho_{о}^{нас}/\rho_{о.з}$, где $\rho_{о.з}$ – средняя плотность зерен

- <u>Коэффициент упаковки:</u> $К_{упк}=\rho_{о}^{нас}/\rho_{и}$

Действие физических факторов

Гидрофизичекие свойства:

- Влажность : Wабс=(Мвл–Мсух)/Мсух×100%. Wотн=(Мвл–Мсух)/Мвл×100%;
- Водопоглощение по массе: Вm = (Мнас - Мсух)/Мсух × 100 %.
- Водопоглощение по объему: Во = (Мнас - Мсух) / Vест × 100 %.
- В**о**/ Вm= ρо, Во = Вm ×ρо.
- Коэффициент насыщения (Кн)= Во/Пи.
- Водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением.

- Коэффициент фильтрации Кф =Vв· а/ [S(p1- p2)t], (м/час).

Действие физических факторов

Гидрофизические свойства:

- Водостойкость – это способность материала сохранять прочность в насыщенном водой состоянии

- Коэффициент размягчения (водостойкости)

$K_{разм} = R_{нас}/R_{сух}$

- Морозостойкость – это способность материала, в насыщенном водой состоянии, выдерживать многократное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения

- Газо- и паропроницаемость – самостоятельно

Действие физических факторов

<u>Теплофизические свойства:</u>

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

Теплофизические свойства

- Теплопроводность – это способность материала проводить теплоту через свою толщу от одной поверхности к другой
- Коэффициент теплопроводности

  $(\lambda = Q \cdot \delta / S(t_в - t_н) \cdot \tau)$
- Формула Некрасова

  $\lambda = 1{,}16\ (\sqrt{0{,}0196 + 0{,}22\ d^2}) - 0{,}16$; Вт/(м °С)
- Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции

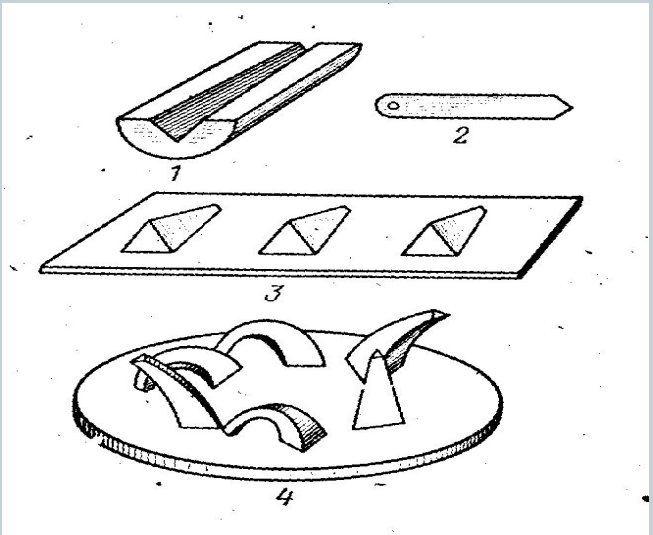
  $R = \delta / \lambda$; м²°С/Вт

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°С (не размягчаются)
  - Тугоплавкие – 1350 – 1580° С
  - Огнеупорные – свыше 1580° С

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

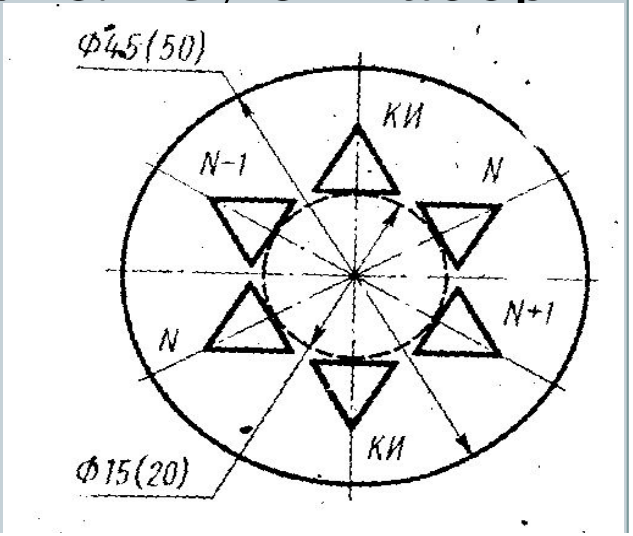


Схема размещения пироскопов на подставке

КИ – испытуемые пироскопы;

N - пироскопы с $T_{пл}$= 1370°С

N-1 –пироскопы с $T_{пл}$= 1350°С

N+1 - пироскопы с $T_{пл}$= 1390°С

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

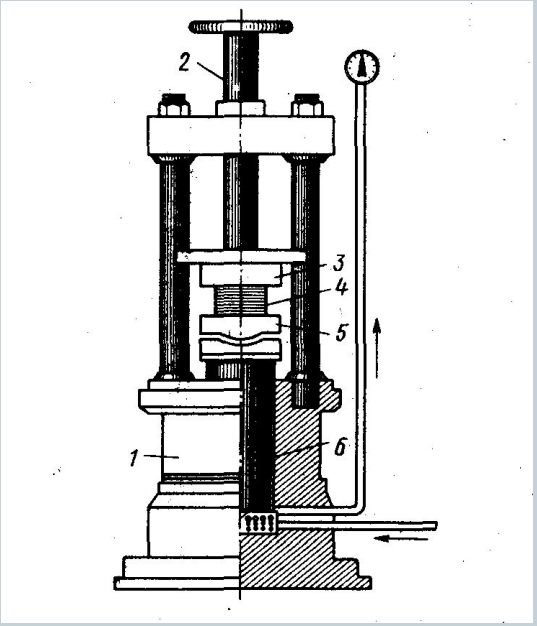
- Форма образцов – кубы 100×100×100, 200×200×200, 150×150 ×150, 70,7×70,7×70,7мм; цилиндры: d = 50, 70, 100 мм, h= 160; призмы: а×б = 40×40мм

- $R_{сж} = F_{разр}/A$, МПа.

  где $F_{разр}$ – разрушающее усилие;

  А – площадь поперечного сечения, м².

Испытание на гидравлическом прессе



Образец куба после испытания на сжатие на гидравлическом прессе

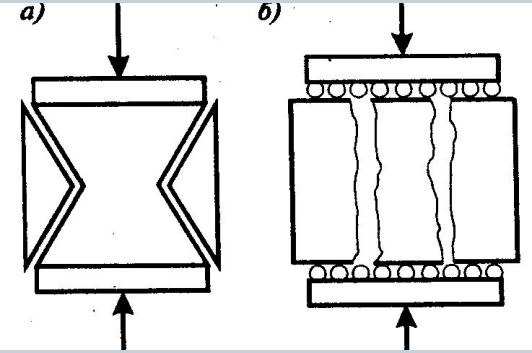


Схема гидравлического пресса для испытания на сжатие:
1- станина; 2 – винтовое приспособление для зажима образцов;
3 - верхняя опорная плита;
4 – испытуемый образец;
5 - нижняя опорная плита с шаровой поверхностью; 6 - поршень

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

Механические свойства

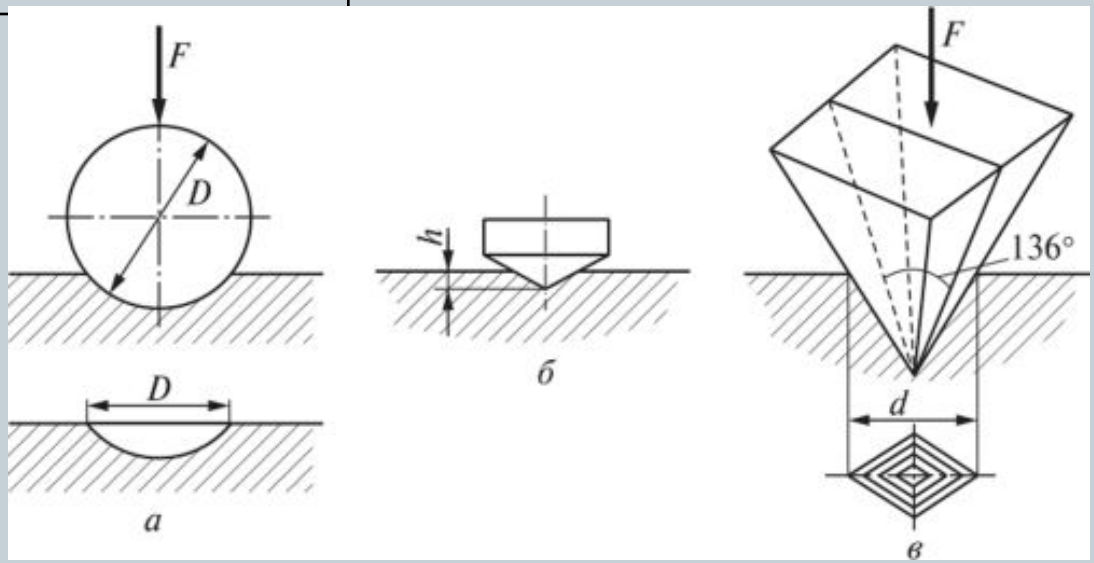
- **<u>Твердость</u>** – свойство материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела

Шкала твердости Мооса

1. Тальк Mg_3 $[Si_4 O_{10}][OH]_2$ - легко царапается ногтем.
2. Гипс $CaSO_4$ $2H_2O$ - царапается ногтем.
3. Кальцит $CaCO_3$ - легко царапается стальным ножом.
4. Флюорит (плавиковый шпат) CaF_2 - царапается стальным ножом под небольшим нажимом.
5. Апатит Ca_5 $[PO_4]_3$ F- царапается ножом под сильным нажимом.
6. Ортоклаз $K[A1Si_3O_8]$ (калиевый полевой шпат) – слегка царапает стекло.
7. Кварц SiO_2 – легко чертит стекло
8. Топаз $A1_2$ $[Si_4O]$ $[F,OH]_2$
9. Корунд $A1_2O_3$
10. Алмаз C

Методы определения твердости

Метод Бринелля	$HB = \frac{2F}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$
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 регламентируемые 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