

Строительные материалы

Лекции

Общие технические свойства строительных материалов

Выделяют 2 группы общих технических свойств:

1) **Физические свойства** – выражают способность материала реагировать на воздействие физических факторов – гравитационных, тепловых, водной среды, акустических, электрических. Характеризуют состояние материала, а так же отношение материала к действию физических факторов.

К физическим свойствам относятся:

- **Истинная плотность** – масса единицы объема в абсолютно плотном состоянии.

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

- **Средняя плотность** – масса единицы объема (сухого) материала в естественном состоянии, учитывая поры.

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

- **Насыпная плотность** – масса единицы объема сухого рыхлого материала в свободном насыпном состоянии.

$$\rho_n = \frac{m}{V}$$

- **Относительная плотность** – характеризует содержание в материале твердого вещества.

$$d = \frac{\rho}{\rho} * 100\%$$

• **Пористость** – характеризует содержание пор в материале.

Общая:
$$P_{\text{общ}} = \frac{p - p_0}{p} 100\%;$$

Открытая:
$$P_{\text{откр}} = \frac{m_{\text{насыщ}} - m_{\text{сух}}}{V_e \cdot p} 100\%$$

Закрытая (замкнутая) – объем закрытых пор.

$$P_{\text{закр.}} = P_{\text{общ}} - P_{\text{откр}}$$

Пустотность: отличается от пор и характеризует только рыхлые материалы. Полости между зернами насыпного материала и образуют пустоты.

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_i}\right) 100\%$$

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать в порах воду.

а) по массе
$$W_M = \frac{m_H - m_C}{m_C} 100\%$$

б) по объему
$$W_{об} = \frac{m_H - m_C}{V} 100\%$$

Гигроскопичность– способность материала поглощать (пары) влаги из окружающей среды (из атмосферы).

Капиллярное всасывание – свойство капиллярно –пористых тел поглощать влагу при соприкосновении с ней.

Водостойкость – способность материала не снижать прочность сверх установленного предела при его насыщении водой.

$$K_p = \frac{R_{нас}}{R_{сух}}$$

Влажность – характеризует содержание воды в материале.

$$W = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} 100\%$$

Водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением. **Водонепроницаемость** – наоборот, характеризуется максимальным давлением при котором вода не просачивается, или временем выдержки под давлением (для гидроизоляционных материалов)

$$K_{\text{ф}} = \frac{V_{\text{в а}}}{S_{\text{пт}}}$$

Паро- (газо) – проницаемость – то же, что и водопроницаемость по отношению к газовой среде.

Морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать попеременное замораживание и оттаивание.

Температурное расширение – способность материала изменять размеры вследствие нагревания. Характеризуется КЛТР ($\text{м}\backslash\text{град}$) – на какую долю первоначальной длины расширился материал при повышении температуры.

Теплоемкость – способность материала поглощать и аккумулировать теплоту при нагревании. Характеризуется удельной теплоемкостью – количеством теплоты необходимым для нагрева 1 кг материала на 1 градус Цельсия.

Теплопроводность – способность материала проводить через свою толщину тепловой поток, возникающий под влиянием разности температур на поверхностях. Характеризуется коэффициентом теплопроводности

$$\lambda \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{С}} \right)$$

Огнеупорность – способность материала сопротивляться длительному воздействию высоких температур не деформируясь. Оценивается в °С, в зависимости от температуры.

Легкоплавкие – ниже 1350 °С

Тугоплавкие от 1350 до 1580 °С

Огнеупорные выше 1580 °С

Огнестойкость – способность материала выдерживать кратковременное действие высоких температур, сохраняя свое функциональное назначение. Оценивается в часах, т.е. в течении какого времени будет сопротивляться действию огня при пожаре.

2) *Механические свойства:*

Прочность – способность материала сопротивляться разрушению от внутренних напряжений, возникающих под действием внешних сил и др. факторов. Прочность оценивается чаще всего по пределу прочности – предельное внутреннее напряжение, вызвавшее разрушение.

$$\text{Прочность при сжатии: } R_{сж} = \frac{P \text{ кгс}}{S \text{ см}^2}$$

$$\text{Прочность при изгибе: } R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

Истираемость – способность материала сопротивляться действующим на него нагрузкам, которые вызывают постепенное его разрушение с поверхности путем удаления мелких частиц или тонких слоев. Оценивается по потере массы с единицы поверхности.

$$I = \frac{\Delta m}{S} \text{ (г/см}^2\text{)}$$

Ударная стойкость или прочность при ударе – способность материала сопротивляться ударным нагрузкам. Оценивается количеством ударов или высотой сброса груза.

Сопротивление износу – способность материала сопротивляться одновременно износу и удару.

Природные каменные материалы

Минеральные массы земной коры, которые в своем естественном состоянии обладают необходимыми строительными свойствами, а для использования их в строительной отрасли необходима соответствующая обработка.

Горная порода – природный минеральный агрегат, конкретного состава и строения, образовавшийся в земной коре в результате геологических процессов.

Различают :

- Мономинеральные горные породы (мрамор)
- Полиминеральные, образованные двумя или несколькими минералами .

Минерал – это всякое однородное по составу, строению и свойствам тело, находящееся в земной коре и представляющее собой продукт природных физико-химических процессов.

Минерал удовлетворяет требованиям:

Однородности (гомогенности) – по химическому составу

Происхождению – в земной коре, а не искусственно в лаборатории.

Свойства минералов

- Блеск (матовый, перламутровый, стеклянный)
- Характер излома
- Твердость
- Химический состав
- сплошность

Классификация горных пород по происхождению.

Магматические – образовавшиеся в результате застывания магмы на разной глубине в земной коре.

Изверженные или первичные

А) массивные – глубинные (интрузивные), образованные в результате застывания магмы в полостях литосферы. Медленное остывание, медленный рост кристаллов, зернисто кристаллическая структура. Следовательно высокая плотность, прочность, низкое водопоглощение.

Массивные излившиеся (эффузивные) – образованные в результате застывания магмы на поверхности земли. Быстрое остывание, скрыто кристаллическая структура. Следовательно более хрупки и менее долговечны.

Магматические горные породы



Габбро



Гранит



Базальт



Магматические
породы

Б) обломочные (вулканические) – рыхлые пемза и пепел – образованные в результате выделения газов при быстром застывании лав или выброшенные при извержении вулкана.

Сцементированные – вулканический туф – образованные в результате срастания, цементирования, твердых продуктов извержения. Природным цементом являются глинистые или кремниевые соединения.

Осадочные горные породы – образованные в результате выветривания и разрушения различных горных пород.

Механического происхождения – рыхлые и обломочные горные породы (гравий, песок).

Сцементированные – рыхлые породы сцементированные природным веществом (песчаники).

Химического происхождения – карбонатные породы, доломитовые породы, гипс.

Органогенные – зоогенные (мел, известняк ракушечник).

Фитогенные - диатомиты, образованные из диатомитовых водорослей и опаловых скелетов. Трепел, опока – состоящие из опала или халцедона.

Метаморфические – образованные преобразованием горных пород, происходящих в недрах земной коры под влиянием высоких температур и давлений. В таких условиях происходит перекристаллизация минералов без плавления.

Гнейсы – в результате метаморфизма гранитов.

Кварциты – в результате перекристаллизации песчаников.

Мрамор- перекристаллизованный известняк.

Строительная керамика

Керамическими – называют искусственные изделия, которые получают в результате обработки преимущественно глинистого сырья, путем приготовления формовочной массы, ее формованием и последующей термической обработкой.

Классификация керамических изделий

1) По структуре и свойствам черепка:

Грубая керамика – характеризуется неровностями, шероховатостью, в изломе поверхность с видимыми включениями.

а) Плотная – водопоглощение $V < 5\%$, по массе - глазурованная (кислотоупорные изделия);

Не глазурованная (плитка для пола)

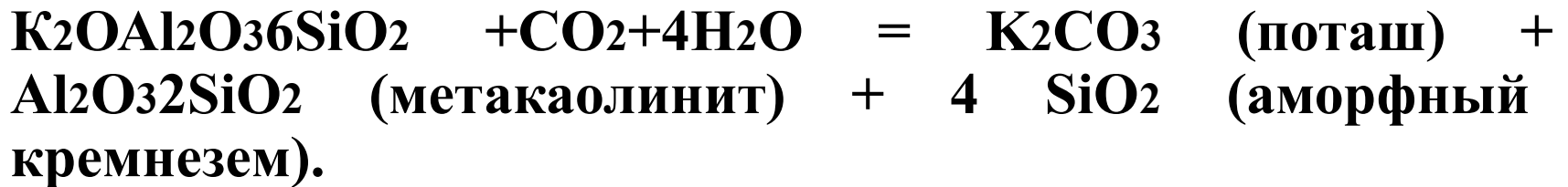
б) Пористая- водопоглощение $V > 5\%$: глазурованная, не глазурованная

2) По назначению

- а) стеновые изделия (кирпич и камни)
- б) кровельная керамика (черепица)
- в) для облицовки поверхностей (стен, пола)
- г) санитарно – техническая керамика
- д) дорожная керамика (клинкерный кирпич)
- е) кислотоупорная керамика (кирпич, плитка, трубы)
- ж) огнеупоры (канализационные и дренажные трубы)
- з) заполнители для легких бетонов (керамзит, аглопорит)

Сырье для производства изделий строительной керамики

Глина – продукт разложения и выветривания полевых шпатов и некоторых других горных пород.



Глина – тонкообломочные, землистые мягкие горные породы, способные при затворении водой образовывать, пластичное легко формуемое тесто, которое после высыхания сохраняет приданную ему форму, а после обжига образует твердое камневидное тело.

В состав глины входят: глинистая часть, не глинистая часть (кварц, слюды, карбонаты)

Отощающие добавки – вводятся для снижения усадки (воздушной и огневой). Кварц, шамот, трепел, диатомит.

Уплотняющие добавки – вводятся для снижения пористости в процессе обжига – плавни (полевой шпат, железистая руда). Снижают температуру спекания.

Порообразующие добавки – вводят для получения легких керамических изделий с повышенной пористостью и пониженной теплопроводностью.

Выгорающие вещества – (древесные опилки, уголь, золы)

Вещества выделяющие газ при высоких температурах (доломиты, мел, карбонаты)

Пластифицирующие добавки – высокопластичные глины, бентониты и ПАВ.

Классификация глин

1) По минеральному составу:

- Полиминеральные
- Мономинеральные

2) По гранулометрическому составу

- Глинистые частицы $< 0,005$ мм
- Пыль $0,15$ мм..... $0,005$ мм
- Песок $0,15$ мм..... $2,0$ мм

3) По содержанию глин

- Тяжелые ($>60\%$), глины ($30-60\%$), тяжелые суглинки ($20-30\%$), средние суглинки ($15-20\%$), легкие суглинки ($10-15\%$), песок ($<5\%$)

4) По химическому составу, определяющему содержание глинистых оксидов **SiO₂** (40...80%), **Al₂O₃** (10-35%), **Fe₂O₃** (5-8%), **CaO +MgO** (до 25%), **K₂O +Na₂O** (4-7%)

5) По вещественному составу, в зависимости от содержания примесей:

соединения железа, карбонаты, сульфаты, органические соединения, растворимые соли.

Технические свойства глин

Пластичность – способность глиняного теста принимать под влиянием внешнего воздействия, придаваемую ему форму без нарушения сплошности с сохранением приданной формы после снятия нагрузки, сушки и обжига.

Высокопластичные, умеренопластичные, малопластичные.

Водопоглощаемость – количество воды, необходимое для получения пластичного теста. Часто по водопоглощаемости определяют пластичность глин.

Высокопластичные – воды $>28\%$

Умереннопластичные – 20-28%

Малоупругие $< 20\%$

Связывающая способность – способность связывать зерна неупругих материалов, по высыхании образуя сырец (относительно прочное изделие).

Усадка – изменение линейных размеров изделий по мере удаления воды из них.

Воздушная усадка – (усушка) – изменение размеров в процессе сушки. Чем упругие глины, тем выше воздушная усадка. Составляет 10-15%

Огневая усадка – изменение (уменьшение) линейных размеров в процессе обжига, составляет 2-6%.

Спекаемость – плавление – способность уплотняться при обжиге и образовывать камнеподобный черепок. Зависит от содержания примесей – полевой шпат, карбонаты снижают температуру плавления. Железная руда, доломиты снижают температуру спекания.

Огнеупорность- характеристика плавкости в интервале температуры плавления.

Цвет после обжига – зависит от содержания примесей, которые придают черепку окраску.

Термическая обработка глин (сушка, обжиг)-

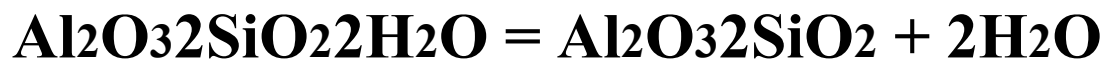
осуществляется с целью создания в изделии свойств, необходимых для функционального назначения изделия, либо для дальнейшей обработки.

1) Сушка – удаление физически связанной воды при температуре 100-150 °С. Сушка производится с целью предотвращения усадки и растрескивания при обжиге.

2) Обжиг:

а) удаление органических веществ (выгорание) – 300-500 °С.

б) дегидратация – удаление связанной воды из глинистых минералов, декарбонизация – разложение карбонатов и других соединений под воздействием температуры:

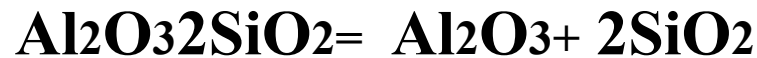


Температура 450-650 °С

в) Рекристаллизация оксидов – при температуре 600-850 °С

При температуре 700-800 °С наблюдается аномальное расширение, появляется стекловидная фаза в обожженной глине.

г) Декарбонизация карбонатов и разложение метаксаолина.



д) Образование муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ - главная кристаллическая фаза керамической системы. Муллит придает керамическим изделиям прочность, водостойкость, термостойкость (температура от 850 °С).

е) При температуре >1050 °С происходит жидкофазовое спекание, т. е. образуется расплав, который цементирует кристаллы муллита и упрочняет структуру.

Жидкофазовое спекание

