

# **Искусственные каменные материалы**

К ним относятся керамические и силикатные материалы, а также строительные растворы и бетоны.

- Среди искусственных неорганических материалов важное место занимают материалы, полученные на основе вяжущих веществ, которые особенно широко применяются в строительстве. В частности, это строительные бетоны и растворы.
- **Бетон** – это искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения специально рассчитанной, тщательно перемешанной и уплотненной смеси, состоящей из 4-х основных компонентов: вяжущего вещества, воды, крупного (щебень) и мелкого (песок) заполнителей.
- **Строительным раствором** называют искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения рационально подобранной и тщательно перемешанной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды и мелкого заполнителя (песок).

# Бетоны

- По виду вяжущего вещества бетоны бывают **цементные, силикатные, гипсовые, асфальтобетоны, полимербетоны.**
- По виду заполнителей различают бетоны на **плотных, пористых и специальных вяжущих.** *В качестве заполнителя могут применяться щебень, гравий, песок, доменный шлак, пемза, ракушечник, керамзит и др. Заполнители должны быть чистыми, то есть в них не должно быть посторонних примесей, например глины, гумуса.*
- По структуре различают бетоны **плотной, поризованной, ячеистой и крупнозернистой структуры.**

- Бетон по праву занимает одно из ведущих мест среди остальных строительных материалов.
- Так как он является основным материалом для строительства фундаментов, то к нему соответственно предъявляются особые требования. Например, бетон должен обладать следующими качествами:
  - **прочность;**
  - **плотность;**
  - **морозостойкость;**
  - **водонепроницаемость;**
  - **химическая стойкость к агрессивной среде.**

- По плотности бетон делится на:
  - **особо тяжелый (более 2500 (кг/м<sup>3</sup>));**
  - **тяжелый (2000–2500);**
  - **нормальный (1800–2000);**
  - **легкий (500–1800);**
  - **сверхлегкий (менее 500).**
- Прочность на сжатие зависит от плотности бетона и распределяется пропорционально ей:
  - **особо тяжелый бетон имеет марку от 400 до 1000;**
  - **тяжелый бетон – М100–М600;**
  - **нормальный – М50–М400;**
  - **легкий – М25–М200;**
  - **сверхлегкий – М4–М100.**

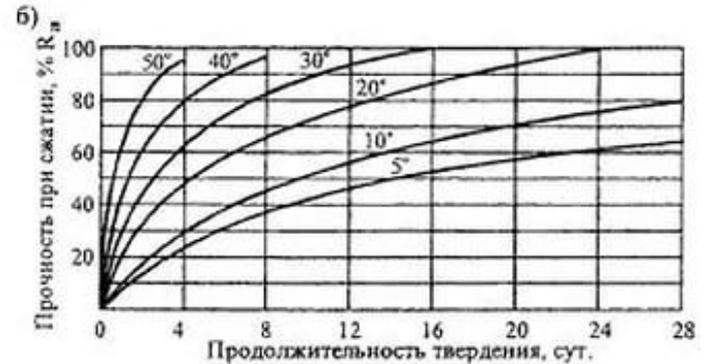
*Цифра обозначает предел прочности при сжатии (кгс/см<sup>2</sup>)*



Цементный бетон при строительстве домов замешивают непосредственно на месте строительства или на специализированных бетонных заводах, откуда их доставляют на бетоновозах.

# Прочность бетона

- **Прочность (марка) бетона** зависит прежде всего от качества составляющих материалов и состава бетона.
- Строительная лаборатория подбирает из предназначенных для бетона материалов такой состав, при котором прочность его была бы не ниже заданной марки.



Правильность подбора состава бетона проверяется в лаборатории раздавливанием на специальных прессах стандартных образцов (кубиков), изготовленных из бетона принятого состава и выдержанных определенное время после затворения (например, 7 или 28 дней).



- **Строительные растворы** применяют для связывания в монолит кирпичной кладки или крупных изделий, например, бетонных панелей или блоков при строительстве сборных жилых и промышленных зданий.
- Растворы используют также для устройства полов, штукатурки стен и потолков, декоративной отделки поверхностей и др.



**Бетоны и растворы** принято называть *безобжиговыми* искусственными материалами, так как формирование их состава и строения происходит при обычных, сравнительно невысоких температурах в результате твердения минеральных вяжущих веществ, либо в условиях автоклавов (герметично закрытые аппараты) при повышенной температуре (175–200<sup>0</sup>С) и давлении водяного пара 0,9–1,6 МПа.

## ***Вяжущие вещества — основа современного строительства***

Их широко применяют для изготовления штукатурных и кладочных растворов, а также разнообразных бетонов (тяжелых и легких). Из бетонов изготавливают всевозможные строительные изделия и конструкции, в том числе и армированные сталью (**железобетонные, армосиликатные** и др.). Из бетонов на вяжущих веществах возводят отдельные части зданий и целые сооружения (мосты, плотины и т.п.).

***Минеральные вяжущие  
вещества и их  
классификация***

# Классификация вяжущих веществ

- **Минеральными вяжущими веществами** называют порошкообразные материалы, которые после смешения с водой (иногда с растворами некоторых солей) способны образовывать пластичную массу, затвердевающую со временем в прочное камневидное тело.
- Строительные неорганические вяжущие вещества в зависимости от состава, основных свойств и области применения делятся на три основные группы: **воздушные, гидравлические и кислотостойкие.**

# Воздушные вяжущие вещества

- характеризуются тем, что, будучи смешаны с водой, способны твердеть, т. е. переходить в камневидное состояние, долго сохранять и повышать свою прочность **только на воздухе**.
- *Представителями воздушных вяжущих веществ являются*
- *гипсовые вяжущие;*
- *магнезиальные вяжущие,*
- *воздушная известь.*

- ***Воздушная строительная известь*** – древнейшее вяжущее вещество.
- Известь получают обжигом при температуре 900-1200<sup>0</sup>С кальциево-магниевых карбонатных пород (известняк, мел и др.), содержащих не более 6 % глинистых примесей до полного удаления углекислоты.



# Классификация извести

По виду обработки воздушная известь подразделяется на **негашеную** и **гидратную (гашеную)**, получаемую гашением *кальцевой, магнезиальной или доломитовой извести.*

Негашеная известь состоит в основном из оксида кальция CaO, гашеная — из гидроксида кальция Ca(OH)<sub>2</sub> и воды.



Гашение извести, то есть взаимодействие ее с водой, сопровождается разогревом массы вследствие выделения значительного количества тепла – 950 кДж/кг.

# Классификация извести

- По содержанию MgO воздушную негашеную известь подразделяют на кальциевую (MgO < 5%), магнезиальную (MgO—5—20%) и доломитовую (MgO—20—40%).
- По *фракционному составу* известь подразделяют на **комовую**, в том числе дробленую, и **порошкообразную**. Известь выпускают в виде кусков белого цвета (комовая известь) или в тонкоизмельченном виде (известь-кипелка).
- В процессе гашения куски извести самопроизвольно диспергируются, распадаясь на тонкие частицы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , размером в несколько микрометров.
- Порошкообразную известь, получаемую размолотом или гашением (гидратацией) комовой извести, подразделяют на известь без добавок и с добавками.
- Строительную негашеную известь по времени гашения подразделяют на быстрогасящуюся — не более 8 мин, среднегасящуюся — не более 25 мин, медленногасящуюся — более 25 мин.

- В зависимости от количества воды, добавляемой к комовой извести, можно получить известковое тесто или тонкий порошок плотностью 400-450 кг/м<sup>3</sup> - гидратную известь (пушонку).
- При гашении в пушонку известь увеличивается в объеме в 2-3 раза.
- Применяется известь в составе сухих строительных смесей, для получения силикатного кирпича, изготовления кладочных и штукатурных растворов в смеси с песком и цементом.

# Классификация извести

- **Строительная известь** в зависимости от условий твердения подразделяется на
- **воздушную**, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими прочности в воздушно-сухих условиях,
- **гидравлическую**, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими прочности как на воздухе, так и в воде.

# Твердение воздушной извести

- **Карбонатным твердением** называют процесс постепенного затвердевания растворных или бетонных смесей, изготовленных на гашеной извести, при воздействии на них углекислоты.
- Твердение при этом обусловлено одновременным протеканием двух процессов: кристаллизации гидроксида кальция из насыщенного водного раствора и образования карбоната кальция по реакции:



При испарении воды из раствора гелевидная масса известкового теста уплотняется и упрочняется.

- Кристаллики образующегося карбоната срастаются друг с другом, с частичками  $\text{Ca(OH)}_2$  и песка, обуславливая твердение. Объем твердой фазы увеличивается, что приводит к дополнительному уплотнению и упрочнению, твердеющего раствора. Испарение влаги и карбонизация растворов протекают очень медленно. Последняя захватывает преимущественно поверхностные слои, что объясняется малой концентрацией  $\text{CO}_2$  в воздухе (0,03 %) и большой плотностью пленки образующегося карбоната, сильно затрудняющей дальнейшее проникание углекислоты к внутренним слоям раствора.

# Гипсовые вяжущие

- **Гипсовые вяжущие вещества** получают в результате обжига природного гипсового камня:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Различают гипс строительный, формовочный и ангидритовое вяжущее.
- **Строительный гипс** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) (устаревшее название - алебастр) получают при температуре 120-170<sup>0</sup>С в результате частичной дегидратации гипсового камня. Он состоит, преимущественно, из кристаллов β- модификации  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , содержит, также, некоторое количество ангидрита ( $\text{CaSO}_4$ ) и частицы неразложившегося сырья  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Нормальная густота гипсового теста (количество воды, выраженное в процентах, которое необходимо добавить к порошкообразному вяжущему, чтобы придать тесту необходимую консистенцию) напоминает вязкую сметану и обычно составляет около 60%. Это быстротвердеющее вяжущее.
- Начало его схватывания, то есть время от момента приливания воды до потери тестом пластичности, составляет 4-6 минут; а конец схватывания (время от момента приливания воды до момента затвердевания теста) от 15 до 30 минут.

# Применение гипса

- Применяют **строительный гипс** для изготовления гипсокартона, гипсоволокнистых листов, гипсовых растворов и сухих строительных смесей.
- **Формовочный гипс** от строительного отличается более тонким помолом и содержит меньшее количество примесей. Время схватывания формовочного гипса должно быть не менее 30 минут. Применяется для скульптурных и лепных работ, изготовления форм в керамической промышленности.



- *Ангидритовое вяжущее* получают обжигом гипсового камня при температуре 600-900<sup>0</sup>С, поэтому оно состоит, преимущественно, из ангидрита ( $\text{CaSO}_4$ ), который частично подвергается термической диссоциации с образованием  $\text{CaO}$ .
- Небольшое количество  $\text{CaO}$  играет роль активизатора твердения.
- *В отличие от строительного гипса, ангидритовое вяжущее, или высокообжиговый гипс, медленно схватывается и твердеет, но его водостойкость и прочность выше.* Поэтому его применяют при устройстве бесшовных полов, для изготовления искусственного мрамора и художественных изделий

# Гидравлические вяжущие вещества

- после затворения их водой способны твердеть, а после предварительного твердения на воздухе продолжать сохранять и наращивать свою прочность в воде.
- В группу гидравлических вяжущих входят *портландцемент и его разновидности, пуццолановые и шлаковые вяжущие, глиноземистый цемент, гидравлическая известь и романцемент.*
- *Их используют как в надземных, так и в подземных и подводных конструкциях.*

- **Гидравлической известью** называют продукт, получаемый обжигом не до спекания мергелистых известняков, содержащих 6—25 % глинистых и тонкодисперсных песчаных примесей.
- **Гидравлическая известь** после предварительного твердения на воздухе твердеет в воде и во влажной среде.
- При схватывании и твердении молотой гидравлической извести протекают физико-химические процессы, характерные для твердения молотой негашеной извести, с одной стороны, и гидравлических вяжущих веществ, с другой.

- Вначале, как и при воздушном твердении молотой негашеной извести, содержащийся в гидравлической извести оксид кальция гидратируется в  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- Затем при твердении во влажной среде **силикаты, алюминаты и ферриты кальция** постепенно *гидратируются*, образуются соответствующие гидраты в гелевидном состоянии.
- Протекающие при этом физические процессы, как и при твердении других гидравлических вяжущих веществ, способствуют их постепенному уплотнению и росту прочности.

- **Портландцемент** представляет собой порошок серого цвета, получаемый измельчением обожженной до спекания при температуре 1500-1550<sup>0</sup>С смеси *известняка и глины*.
- Портландцемент с необходимыми свойствами можно получить в том случае, если содержание основных оксидов будет составлять, %: 60-67CaO; 12-24 SiO<sub>2</sub>; 4-7 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2-6 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- В процессе обжига происходит взаимодействие оксида кальция с другими оксидами с образованием искусственных минералов,
  - **алит**: 3CaO•SiO<sub>2</sub>; (C3S)
  - **белит**: 2CaO•SiO<sub>2</sub>; (C2S)
  - **трехкальциевый алюминат**: 3CaO•Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (C3A)
  - **четырекальциевый алюмоферрит**: 4CaO•Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (C4AF),
- которые обуславливают высокую прочность и водостойкость этого вяжущего вещества.

- **Твердение.** При смешивании с водой частицы портландцемента начинают растворяться, причем одновременно может происходить **гидролиз** (разложение водой) и **гидратация** (присоединение воды) продуктов растворения с образованием **гидратных** соединений.
- По этой схеме (**гидролиз и гидратация**) взаимодействуют с водой главные компоненты клинкера алит C3S и белит C2S:
- **$2(3\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2) + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2 \bullet 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$**
- **$2(2\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2) + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2 \bullet 3\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$**
- *Особенности этих реакций:*
- C3S взаимодействует с водой намного активнее, чем C2S;
- при взаимодействии силикатов кальция с водой выделяется растворимый в воде компонент Ca(OH)<sub>2</sub> — *воздушная известь*, создающая щелочную реакцию в твердеющем цементе;
- C3S выделяет Ca(OH)<sub>2</sub> в 3 раза больше, чем C2S;
- общее количество Ca(OH)<sub>2</sub> достигает 15 % от массы цементного камня.

- Основной продукт твердения портландцемента — **гидросиликаты кальция** — практически нерастворимы в воде. Они выпадают из раствора сначала в виде геля (жесткого студня).
- Этот гель пронизывают, укрепляя его, кристаллы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- Гель гидросиликатов кальция со временем кристаллизуется. Остальные продукты взаимодействия клинкера с водой также участвуют в формировании структуры цементного камня и, естественно, влияют на его свойства.
- Процесс гидратации зерен портландцемента из-за малой их растворимости растягивается на длительное время (месяцы и годы).
- Чтобы этот процесс мог протекать, необходимо постоянное присутствие воды в твердеющем материале.
- Однако нарастание прочности со временем замедляется. *Поэтому качество цемента принято оценивать по прочности, набираемой им в первые 28 суток твердения.*

# Кислотоупорные вяжущие вещества

- Эти вяжущие после затвердения на воздухе могут продолжительное время сопротивляться агрессивному воздействию минеральных и других кислот.
- К этой группе относится *кислотоупорный кварцевый кремнефтористый цемент*, представляющий собой тонкоизмельченную смесь **кварцевого песка и кремнефтористого натрия**, затворяемый водным раствором силикатов натрия или калия.

# Вяжущие вещества автоклавного твердения

- Эффективно твердеют только при автоклавной обработке под давлением насыщенного пара в 8—16 атм и более при температуре 170—200° С и выше.
- **В группу вяжущих веществ автоклавного твердения входят:**
- *известково-кремнеземистые*, состоящие из извести и кварцевого песка и других кремнеземистых материалов;
- *известково-нефелиновые*, состоящие из извести и нефелинового шлама; (**Нефелин** (элеолит) — породообразующий минерал, алюмосиликат калия и натрия  $(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4$ .)
- *песчаные портландцементы*, которые хотя и могут твердеть в других условиях, но дают значительно более высокий прирост прочности при автоклавном режиме твердения.

# **Материалы и изделия, получаемые спеканием и плавлением**

Керамические материалы

Стекло

Металлы

# Стекло

- **Стеклами называют переохлажденные жидкости, не успевшие при остывании перейти в кристаллическое состояние.**
- Это жидкости, имеющие бесконечно большую вязкость. Последнее и придает им многие свойства твердого тела.
- В отличие от истинно твердых тел стекла при нагревании не плавятся, а размягчаются, постепенно переходя в пластичное, а затем и в жидкое состояние.
- При охлаждении процесс идет в обратной последовательности.
- Еще одна отличительная черта стекол — **изотропность** — одинаковость свойств во всех направлениях.

- Способность к образованию стекол характерна для многих минеральных и органических веществ. Наиболее ярко эта способность выражена у **диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ )** и соединений на его основе — **силикатов**, к которым относится большинство природных минералов.
- Стекла по сравнению с кристаллическими веществами обладают повышенной внутренней энергией (**скрытой энергией кристаллизации**), поэтому вещество в стеклообразном состоянии метастабильно (**термодинамически не устойчиво**).
- *Из-за этого обычное стекло при некоторых условиях, а иногда и самопроизвольно начинает кристаллизоваться (этот процесс в стеклоделии называют «зарухание» или расстекловывание). Расстекловывание является браком стеклоизделий.*

- Стекла встречаются в природе в виде бесформенных непрозрачных кусков — например, *вулканическое стекло обсидиан*.
- Первые сведения о получении стекла человеком относятся к третьему-четвертому тысячелетию до н. э.
- Те стекла были непрозрачными (глухими) наподобие керамической глазури.
- Они варились в небольших тиглях и использовались как украшения.

# Получение стекла

- Современное стекольное производство включает в себя три этапа: подготовка сырья, стекловарение и формование стеклоизделий.
- **Подготовка сырья.** Химический состав обыкновенного оконного стекла по основным оксидам следующий:  $\text{SiO}_2$  — 71...72 %;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 15...16%;  $\text{CaO}$  - 5...7%;  $\text{MgO}$  - 3...4%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2...3 %; содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  не более 0,1 %, так как оксиды железа придают стеклу зеленовато-коричневый («бутылочный») цвет и снижают светопропускание.
- **Кремнезем** ( $\text{SiO}_2$ ) вводят в виде кварцевого песка, молотых кварцитов или песчаников. Основное требование к кремнеземистому сырью — минимальное количество примесей, особенно оксидов железа. Это основной стеклообразующий оксид, повышающий тугоплавкость и химическую стойкость стекла.
- **Глинозем** ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) поступает в сырьевую шихту в виде полевых шпатов и каолина. Его влияние на свойства стекла аналогично действию  $\text{SiO}_2$ .
- **Оксид натрия** ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) вводят в стекло в виде соды и сульфата натрия.  $\text{Na}_2\text{O}$  понижает температуру плавления стекла, повышает коэффициент термического расширения и уменьшает химическую стойкость.
- **Оксиды кальция** ( $\text{CaO}$ ) и **магния** ( $\text{MgO}$ ) вводят в стекольную шихту в виде мела, мрамора, известняка, доломита и магнезита. Эти оксиды повышают химическую стойкость стекла.
- В специальные стекла вводят оксиды бора, свинца, бария и др.

# Вспомогательные сырьевые материалы

- Вспомогательные сырьевые материалы делят по своему назначению: на следующие группы:
- **осветлители** — вещества, способствующие удалению из стекломассы газовых пузырей;
- **обесцвечиватели** — вещества, обесцвечивающие стекольную массу;
- **глушители** — вещества, делающие стекло непрозрачным.
- **Красители** для стекла могут быть молекулярными, полностью растворяющимися в стекломассе, и коллоидными, равномерно распределяющимися в стекломассе в виде мельчайших (коллоидных) частиц. К первым относятся соединения кобальта (синий цвет), хрома (зеленый), марганца (фиолетовый), железа (коричневый и сине-зеленые тона), а ко вторым — металлическое золото (рубиновый), серебро (желтый), селен (розовый).

# Стекловарение

- **Стекловарение** — главнейшая операция стекольного производства.
- На первой стадии этого процесса — **силикатообразовании** — щелочные компоненты образуют с частью кремнезема силикаты, плавящиеся уже при 1000... 1200° С. В этом расплаве при дальнейшем нагревании растворяются наиболее тугоплавкие компоненты  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- Образующаяся при этом масса неоднородная по составу и насыщена газовыми пузырьками.

- Удаление пузырьков и полная гомогенизация расплава осуществляется на второй наиболее длительной стадии стекловарения — **стеклообразовании** — при температуре 1400... 1600°С.
- Третья заключительная стадия — **студка** — охлаждение стекломассы до температуры, при которой она приобретает оптимальную для данного метода формования стеклоизделий вязкость.

# Формование и охлаждение

- Метод выработки (формования) зависит от вида изделия.
- Для получения строительного стекла используют **вытяжку, прокат, прессование**.
- При охлаждении стекла вследствие низкой его теплопроводности в нем возникают большие градиенты температур, вызывающие внутренние напряжения.
- Наиболее опасным моментом с этой точки зрения является переход стекла от *вязкопластического состояния к хрупкому*, поэтому для снятия внутренних напряжений после формования производят **отжиг** — охлаждение по специальному режиму:
  - быстрое до начала затвердевания стекломассы,
  - очень медленное в опасном интервале температур (600..300° С)
  - и вновь быстрое до нормальной температуры.

# Свойства стекла

- **Силикатные стекла отличаются необычным сочетанием свойств:**
  - *высокой прочностью и ярко выраженной хрупкостью,*
  - *свето- и радио прозрачностью,*
  - *абсолютной водонепроницаемостью*
  - *универсальной химической стойкостью.*
  - Все это объясняется спецификой состава и строения стекла.
- **Плотность стекла** зависит от химического состава и для обычных строительных стекол составляет 2400...2600 кг/м<sup>3</sup>. Плотность оконного стекла — 2550 кг/м<sup>3</sup>.
- Высокой плотностью отличаются стекла, содержащие оксид свинца («богемский хрусталь») — более 3000 кг/м<sup>3</sup>.
- Пористость и водопоглощение стекла практически равны 0 %.

# Механические свойства

- Стекло в строительных конструкциях чаще подвергается **изгибу, растяжению и удару и реже сжатию**, поэтому главными показателями, определяющими его механические свойства, следует считать прочность при растяжении и хрупкость.
- Теоретическая **прочность стекла при растяжении** —  $(10...12) \cdot 10^3$  МПа. Практически же эта величина ниже в 200...300 раз и составляет от 30 до 60 МПа. Это объясняется тем, что в стекле имеются ослабленные участки (микронеоднородности, дефекты поверхности, внутренние напряжения).
- Чем больше размер стеклоизделий, тем вероятнее наличие таких участков. *Примером зависимости прочности стекла от размера испытуемого изделия служит стеклянное волокно. У стекловолокна диаметром 1...10 мкм прочность при растяжении 300...500 МПа, т. е. почти в 10 раз выше, чем у листового стекла. Сильно снижают прочность стекла на растяжение царапины; на этом основана резка стекла алмазом.*
- **Прочность стекла при сжатии высока** — 900... 1000 МПа, т. е. почти как у стали и чугуна. В диапазоне температур от — 50 до + 70° С прочность стекла практически не изменяется.

- Стекло при нормальных температурах отличается тем, что у него отсутствуют пластические деформации.
- При нагружении оно подчиняется закону Гука вплоть до хрупкого разрушения. Модуль упругости стекла  $E = (7...7,5) \cdot 10^4$  МПа.
- **Хрупкость** — главный недостаток стекла.
- **Основной показатель хрупкости — отношение модуля упругости к прочности при растяжении  $E/R_p$ . У стекла оно составляет 1300...1500 (у стали 400...460, каучука 0,4...0,6).**
- Однородность строения (гомогенность) стекла способствует беспрепятственному развитию трещин, что является необходимым условием для проявления хрупкости.
- **Твердость стекла**, представляющего собой по химическому составу вещество, близкое к полевым шпатам, такая же, как у этих минералов, и в зависимости от химического состава находится в пределах 5...7 по шкале Мооса.

# Оптические свойства стекла

- Оптические свойства стекла характеризуются
- светопропусканием (прозрачностью),
- светопреломлением,
- отражением,
- рассеиванием.
- Обычные силикатные стекла, кроме специальных, пропускают всю видимую часть спектра (до 88...92 %) и практически не пропускает ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.
- Показатель преломления строительного стекла ( $n = 1,50...1,52$ ) определяет силу отраженного света и светопропускание стекла при разных углах падения света. *При изменении угла падения света с 0 до 75° светопропускание стекла уменьшается с 90 до 50 %.*

# Теплофизические свойства

- **Теплопроводность** различных видов стекла мало зависит от их состава и составляет  $0,6...0,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , что почти в 10 раз ниже, чем у аналогичных кристаллических минералов. *Например, теплопроводность кристалла кварца —  $7,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .*
- **Коэффициент линейного температурного расширения (КЛТР)** стекла относительно невелик (для обычного стекла  $9\cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ ).
- *Но из-за низкой теплопроводности и высокого модуля упругости напряжения, развивающиеся в стекле при резком одностороннем нагреве (или охлаждении), могут достигать значений, приводящих к разрушению стекла.*
- Это объясняет относительно малую **термостойкость** (способность выдерживать резкие перепады температур) обычного стекла. *Она составляет  $70...90^\circ \text{ С}$ .*

- **Звукоизолирующая способность** стекла довольно высока. *Стекло толщиной 1 см по звукоизоляции приблизительно соответствует кирпичной стене в полкирпича — 12 см.*
- **Химическая стойкость силикатного стекла** — одно из самых уникальных его свойств. *Стекло хорошо противостоит действию воды, щелочей и кислот (за исключением плавиковой и фосфорной).*
- Объясняется это тем, что при действии воды и водных растворов из наружного слоя стекла вымываются ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  и образуется химически стойкая пленка, обогащенная  $\text{SiO}_2$ . Эта пленка защищает стекло от дальнейшего разрушения.

# Разновидности стекла

- **Натрий-кальций-силикатное стекло** (Soda-lime glass) - стекло, основными компонентами которого являются двуокись кремния, оксиды натрия и кальция.
- **Боросиликатное стекло** (Borosilicate glass) - силикатное стекло, содержащее в качестве характеризующего компонента бор.  
*Боросиликатные стекла обычно термостойкие.*
- *Из стекла вырабатывают широкий ассортимент изделий, используемых в различных областях промышленности, технике, строительстве и быту.*

# *Унифицированные составы стекол*

<b>Вид стекла</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>BaO</b>
<b>Тарное ЗТ</b>	71,7- 72	2,1	0,15- 0,30	10,0	2,0	13,0	0,7	0,17	0,1- 0,3	
<b>Листовое БТ</b>	71,8- 73,4	0,6- 2,2	до 0,2	6,4- 10,1	3,0- 4,2	12,4- 14,9	-		0,5	
<b>Медицинское тарное</b>	72,5	2,0	-	8,0	2,0	15,5	-			
<b>Стеклоблоки</b>	72,65	1,5	0,1	7,8	3,65	13,7				
<b>Пеностекло</b>	72-73	0,5-2		6-8	1-4	15-5- 16,5			0,3- 0,5	
<b>Стекло для изоляторов</b>	67,5- 72,5	2,4- 4,3	до 0,2	5,7- 7,6-6	3,1- 3,6	9,4- 14,7	до 4,0		0,3- 0,4	до 3,8

- **В зависимости от назначения все стекла разделяются на 3 группы: техническое стекло, строительное стекло, бытовое стекло.**
- Каждая группа стекол подразделяется на виды изделий.
- Наибольшим разнообразием характеризуется группа **технического стекла**, которая включает оптическое и химико-лабораторное, электротехническое и светотехническое, приборное и защитное и т.д.
- К **строительному стеклу** относят различные виды листового стекла и изделия, полученные при его переработке, оконное, и витринное, стеклоблоки, пеностекло.
- Группу **бытового стекла** составляют посуда, тара, очковое стекло, бытовые зеркала и украшения.

# Виды строительного стекла

- **СТЕКЛО СТРОИТЕЛЬНОЕ** — изделия из стекла, применяемые в строительстве.  
Строительное стекло служит для остекления световых проёмов, устройства прозрачных и полупрозрачных перегородок, облицовки и отделки стен, лестниц и других частей зданий.
- К строительным стеклам, относят также тепло- и звукоизоляционные материалы из стекла (пеностекло и стеклянная вата),
- стеклянные трубы для скрытой электропроводки, водопровода, канализации и других целей,
- архитектурные детали.
- *Листовое оконное стекло, наиболее широко применяемое в строительстве, вырабатывается из расплавленной стекломассы, главным образом вертикальным или горизонтальным непрерывным вытягиванием ленты, от которой по мере её охлаждения и затвердевания отрезаются от одного конца листы требуемых размеров.*



# Керамические материалы

- *Сырьем* для изготовления **керамических материалов** служат различные *глинистые горные породы*.
- **Глиной** называют землистые минеральные массы или обломочные горные породы, способные с водой образовывать пластичное тесто, по высыхании сохраняющее приданную ему форму, а после обжига приобретающее твердость камня.

- Глиняные материалы образовались в результате выветривания **изверженных полевошпатовых горных пород**.
- Процесс выветривания горной породы заключается в механическом разрушении и химическом разложении.
- Механическое разрушение происходит в результате воздействия переменной температуры и воды.
- Химическое разложение происходит, например, при воздействии на полевой шпат воды и углекислоты, в результате чего образуется минерал **каолинит**.
- Наиболее чистые глины состоят преимущественно из каолинита и называются **каолинами**. В состав глин входят различные оксиды ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ), свободная и химически связанная вода и органические примеси.

- Для улучшения технологических свойств глин, а также придания изделиям определенных и более высоких физико-механических свойств к глинам добавляют **кварцевый песок, шамот** (дробленая обожженная при температуре 1000...1400°С огнеупорная или тугоплавкая глина), **шлак, древесные опилки, угольную пыль.**

- Керамические материалы получают из глиняных масс путем *формования* и последующего *обжига*. При этом часто имеет место промежуточная технологическая операция — *сушка* свежесформованных изделий, называемых «сырцом».
- По характеру строения черепка различают керамические материалы *пористые (неспекшиеся)* и *плотные (спекшиеся)*.
- **Пористые** поглощают более 5% воды (по массе), в среднем их водопоглощение составляет 8...20% по массе.
- **Пористую структуру** имеют кирпич, блоки, камни, черепица, дренажные трубы и др.;
- **плотную** — плитки для полов, канализационные трубы, санитарно-технические изделия.

# Производство керамических изделий

- **Основные этапы производства керамических изделий являются общими и состоят из следующих операций:**
- добычи сырьевых материалов,
- подготовки сырьевой массы,
- формования изделий (сырца),
- сушки сырца,
- обжига изделий,
- обработки изделий (обрезки, глазуирования и пр.) и упаковки.

- **Добычу сырья** осуществляют в карьерах открытым способом — экскаваторами. Транспортировку сырья от карьера к заводу производят автосамосвалами, вагонетками или транспортерами при небольшой удаленности карьера от цеха формовки. Заводы по производству керамических материалов, как правило, строят вблизи месторождения глины, и карьер является составной частью завода.
- **Подготовка сырьевых материалов** состоит из разрушения природной структуры глины, удаления или измельчения крупных включений, смешения глины с добавками и увлажнения до получения удобоформуемой глиняной массы.

- Формование керамической массы в зависимости от свойств исходного сырья и вида изготавливаемой продукции осуществляют **полусухим, пластическим и шликерным (мокрым)** способами.
- При **полусухом способе** производства глину вначале дробят и подсушивают, затем измельчают и с влажностью 8... 12% подают на формование.
- При **пластическом способе** формования глину дробят, затем направляют в глиносмеситель, где она перемешивается с отощающими добавками до получения однородной пластичной массы влажностью 20...25%.
- По **шликерному способу** исходные материалы измельчают и смешивают с большим количеством воды (до 60%) до получения однородной массы — шликера.
- В зависимости от способа формования шликер используют как непосредственно для изделий, получаемых способом литья, так и после его сушки в распылительных сушилках.

- **Обжиг** является завершающей стадией технологического процесса.
- В печь сырец поступает с влажностью 8...12%, и в начальный период происходит его досушивание.
- В интервале температур 550... 800°С идет дегидратация глинистых минералов и удаление химически связанной конституционной воды. *При этом разрушается кристаллическая решетка минерала и глина теряет пластичность, в это время происходит усадка изделий.*
- При температуре 200...800°С выделяется летучая часть органических примесей глины и выгорающих добавок, введенных в состав шихты при формовании изделий.
- Дальнейший подъем температуры от 800°С до максимальной связан с разрушением кристаллической решетки глинистых минералов и значительным структурным изменением черепка, поэтому скорость подъема температуры замедляют.
- По достижении максимальной температуры обжига изделие выдерживают для выравнивания температуры по всей толще его, после чего температуру снижают на 100...150°С, в результате изделие претерпевает усадку и пластические деформации.
- Затем интенсивность охлаждения при температуре ниже 800°С увеличивается до 250...300°С/ч и более.
- При таких условиях обжиг кирпича можно осуществить за 6...8 ч. Изделия из легкоплавких глин обжигают при температуре 900...1100°С.
- **В результате обжига изделие приобретает камневидное состояние, высокие водостойкость, прочность, морозостойкость и другие ценные строительные качества.**

Отдельные агрегированные кусочки глины, а главным образом их тощая составляющая часть — кварцевый песок, распределены более или менее равномерно в суспензии коллоидной фракции 1 глины.

Дисперсионной средой этой суспензии является водный раствор растворимых солей, содержащихся в глине, а дисперсной фазой—находящаяся в этом растворе во взвешенном состоянии коллоидная фракция глинистых минералов. Эта суспензия наполнена более крупными частицами кварца 2 и агрегированными, не распустившимися в воде кусочками глины, которые являются как бы «заполнителями» этой суспензии

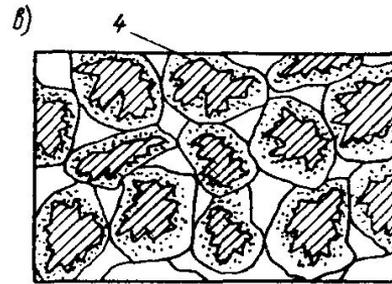
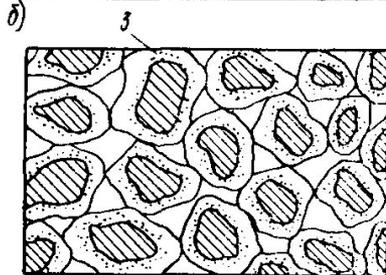
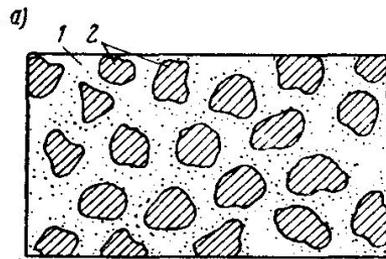


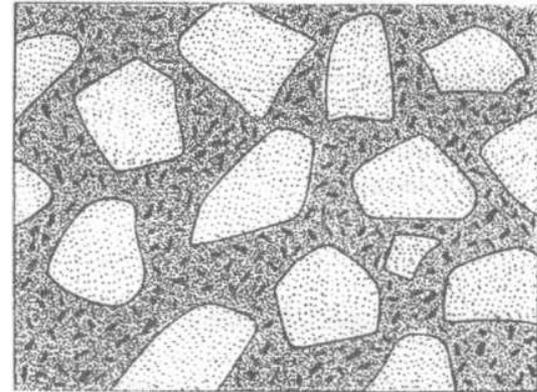
Рис. 103. Схема формирования структуры при обжиге сырца пластического прессования

а — схема структуры пластического глиняного теста; б — схема структуры высушенного сырца; в — схема обожженного керамического черепка

- Во время сушки, по мере испарения из сырца влаги, зерна заполнителя сближаются между собой, контактируясь в отдельных точках и гранях, и образуют таким образом скелет высушенного изделия. Суспензия, высыхая, осаждает на скелете свою коллоидную фракцию. Таким образом, зерна заполнителя оказываются покрытыми сплошной «обмазкой» 3 из коллоидной фракции глины (рис. б).
- По мере нагревания сырца эта обмазка плавится, образуя стекловидную фазу 4, которая цементирует контактные поверхности отдельных зерен.
- Кроме того, в образовавшемся жидком расплаве частично растворяются поверхностные слои зерен наполнителя, образуя пересыщенные растворы, из которых выкристаллизовываются новые минералообразования, цементирующие скелет в виде кристаллических сростков (рис. в).
- Жидкая фаза, образующаяся на контактных поверхностях, затекает в трещины и поры и стекает к поверхностям частиц, не пришедших еще в контакт, увеличивая тем самым общую величину контактной поверхности.

# Структура керамики

- *Керамике свойственна поликристаллическая структура, в которой припеченные друг к другу зерна кристаллического вещества, могут быть разделены участками стекла (так называемой стеклофазой) или порами.*
- Эти три основные фазы - кристаллическая, аморфная и газовая - в той или иной степени представлены практически во всех керамических материалах (рис.).



*Схематическое изображение структуры фарфора: серый фон - стеклофаза; мелкие черные участки - кристаллы муллита; белые поля - крупные зерна кварца, пористость незначительна*

# Классификация керамических изделий

- **По плотности** изделия делят на: плотные с водопоглощением менее 5% и пористые – более 5%.
- *Пористые материалы – кирпич глиняный, стеновые камни, черепица, облицовочные плитки и трубы керамические. Плотными являются керамические плитки для полов и дорожный кирпич. Санитарно-технические изделия: ванны, унитазы, умывальники – бывают пористыми (фаянс) и плотными (фарфор). Высокопористые: керамзит и аглопорит.*
- **По прочности и морозостойкости** керамические изделия делят на марки.
- **По качеству переработки сырья** керамику делят на **грубую и тонкую**:
  - - **грубая**: кирпич, черепица, плитки фаянсовые и для полов;
  - - **тонкая**: фарфор и полуфарфор.

- **Грубая керамика** (грубокерамические изделия), имеет крупнозернистую, неоднородную в изломе структуру с размером частиц исходных сырьевых компонентов до 5 мм.
- *Изделия этой группы имеют окрашенный черепок, высокую пористость и удовлетворительную морозостойкость, что позволяет использовать такие изделия в монументальной скульптуре и элементах строительных конструкций (керамический и шамотный кирпич).*
- **Тонкая керамика** (тонкокерамические изделия) с однородным, мелкозернистым в изломе и равномерно окрашенным черепком (черепок стекловидный) с размером частиц исходных сырьевых компонентов менее 100 мкм.
- *Такие изделия могут быть цветными, белыми и покрытыми цветными глазурями. Повышенная по сравнению с грубокерамическими изделиями механическая прочность позволяет изготавливать большую группу тонкокерамических изделий бытового назначения. Белый черепок создает возможность применения большой цветовой гаммы красок для их декорирования и выпуска художественных изделий.*
- **Основные виды тонкой керамики: фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика, а грубой – гончарная керамика.**

# КЛАССИФИКАЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

- **I. По производственно-отраслевому признаку:**
- 1. Архитектурно-строительная: стеновые материалы (кирпич, стеновые камни), кровельные материалы (черепица), фасадно-облицовочные материалы (плитки, лицевой кирпич), плитки для полов, облицовочные плитки для интерьера зданий, санитарно-технические изделия, клинкерный кирпич, канализационные и дренажные трубы, кислотоупорный кирпич;
- 2. Архитектурно-художественная: панно, вставки, рельефы, каминны, садово-парковая керамика (крупные вазы, скульптура, объёмные композиции, фонтаны);
- 3. Химически-стойкая (так называемая каменная масса): кирпич, плитки для футеровки химической аппаратуры и строительных целей;
- 4. Бытовая
- а) хозяйственно-бытовые изделия из фаянса и фарфора (различная посуда – чайная, столовая, кухонная);
- б) художественно-декоративные изделия (вазы, скульптуры малых форм, сувениры);
- 5. Электротехническая: высоковольтные и низковольтные изоляторы, фарфоровая арматура и др.;
- 6. Огнеупорная: материалы для футеровки печей, приготовления капсул и др.;

- **По назначению** изделия строительной керамики подразделяются на:
- - **стеновые:** кирпич глиняный и керамические камни пустотелые;
- - **отделочные:** плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки и фасадные облицовочные плитки, а также плитки для полов;
- - **санитарно-технические:** ванны, умывальники, унитазы трубы канализационные и дренажные;
- - **кровельные:** черепица ленточная, пазовая и коньковая;
- - **теплоизоляционные:** диатомитовый кирпич, керамзит, аглопорит;
- - **огнеупорные:** шамот, диас, окисная керамика;
- - **кислотоупорные:** плиты, резервуары и их детали, трубы.

Общая классификация керамических материалов и изделий

Назначение	Основные изделия	Основное исходное сырье	Способ производства изделий	Температура обжига, °С	Вид черепка	Вид керамики
Конструкционная керамика	Керамический кирпич и камни, панели из них, кирпич для дымовых труб	Глина легкоплавкая, кварцевый песок, промышленные отходы угледобычи и углеобогащения, кремнеземистые осадочные породы	Пластический, жесткий, полусухой	950-1100	Пористый, грубозернистого строения	Грубая (грубозернистая терракота)
Облицовочная керамика	Кирпич и камни лицевые	Глина легкоплавкая и тугоплавкая красножгущаяся и светложгущаяся, кварцевый песок, шамот	Пластический, жесткий, полусухой	950-1100	Пористый, грубозернистого строения	Грубая (грубозернистая терракота)
	Плитки облицовочные	Глина тугоплавкая и огнеупорная светложгущаяся, кварцевый песок, полевой шпат, каолин	Полусухой со шликерной подготовкой массы, пластический	1000-1200	Пористый или спекшийся, макрооднородного строения	Тонкая (терракота, фаянс), «каменная»
Кровельная керамика	Черепица	Глина легкоплавкая, кварцевый песок, шамот	Пластический, полусухой	950-1100	Пористый, однородный, зернистого строения	Грубая (терракота)

# Гончарные изделия

- (кухонная и хозяйственная посуда, декоративные изделия) – наиболее простой и древний вид керамики.
- Их изготавливают из природно-окрашенных пластичных глин. *Гончарная керамика имеет черепок красно-коричневого цвета (используются красножгущиеся глины) большой пористости, водопоглощение до 18 %.*
- Для того чтобы гончарные изделия не пропускали воду, их покрывают легкоплавкими глазуриями
- Изделия могут покрываться бесцветными глазуриями, расписываются цветными глиняными красками – ангобами.

# Терракота

- – пористое неглазурованное, естественно-окрашенное (с кремовым, красноватым, коричневым или красно-коричневым оттенком) керамическое изделие из желтой или красной обожженной глины. Черепок терракоты пористый, пропускающий воду. Используют главным образом в декоративных целях.
- *В некоторых жарких странах, например, в Египте свойство воды просачиваться через терракоту используют для получения прохладной питьевой воды. Большой, объемом с ведро, терракотовый кувшин с острым дном устанавливают в тени на треноге и наливают в него питьевую воду. Вода просачивается через стенки кувшина, они постоянно влажные, и на острие дна висит капля. На испарение воды со стенок расходуется тепло, в результате чего вода в кувшине всегда прохладная.*

# Майолика

- – изделия из цветной легкоплавкой и тугоплавкой обожженной глины высокой и средней пластичности с крупнопористым строением, покрытые глазурью и красками, благодаря чему пористый черепок становится водонепроницаемым.
- Майолика имеет пористый черепок, водопоглощение около 15 %, естественный цвет обожженной глины.
- Изделия имеют гладкую поверхность, блеск, малую толщину стенок, покрываются цветными глазурями и могут иметь декоративные рельефные украшения.
- Декоративные качества майолики обогащают нанесением ангоба (ангобированием) – очень тонкого слоя белой или цветной глины, на фоне которого глазури и цветные эмали выглядят более сочно, приобретают особую декоративность.
- Для изготовления майолики применяется литье.
- Сырье – беложгущиеся глины (фаянсовая майолика) или красножгущиеся глины (гончарная майолика), плавни, мел, кварцевый песок.

# Фаянс

- – пластичная масса из глины с примесью гипса и других компонентов для изготовления посуды, других керамических изделий.
- В отличие от майолики фаянсовый черепок более тонкий, чаще всего белый с желтоватым оттенком.
- Неглазурованный фаянс имеет водопоглощение 10-14 %, пропускает жидкости и газы, используется для фильтрации.
- Пористость его блокируют глазурями, главным образом прозрачными невысокой термостойкости.
- *Используют его для хозяйственной посуды, санитарно-технических и декоративных изделий.*
- Фаянс также применяется для производства столовой посуды повседневного использования и декоративных изделий.
- Сырье для производства фаянса – беложгущиеся глины с добавлением мела и кварцевого песка.

# Фарфор

- – спекшаяся белая (иногда с голубоватым оттенком) минеральная масса на основе лучших сортов белой глины, каолина; в тонких слоях может просвечивать; непроницаемая для жидкостей и газов, с низким водопоглощением (до 0,2 %), при постукивании издает высокий мелодичный звук.
- По своим декоративным свойствам качественно отличается от других видов керамики. Исторически это наиболее поздний вид керамики, хотя в Китае он известен почти полторы тысячи лет.
- Белизна, прочность, химическая и термическая стойкость дают возможность использовать фарфор для разнообразных целей.

- Основными видами сырья для фарфора являются каолин, кварц и полевой шпат; для повышения пластичности в фарфоровые массы вводится небольшое количество высокопластичной глины.
- **В настоящее освоено производство самых разнообразных видов фарфора:**
- а) твёрдый – для изготовления высококачественной посуды, имеет высокую белизну, твердость, термическую и химическую стойкость. Обжигается при температуре 1320-1450° С.
- б) мягкий – для изготовления различных художественных изделий.
- Имеет высокую просвечиваемость, блеск и широкую палитру красок, но его термическая и химическая стойкость, механическая прочность значительно хуже, чем у твердого фарфора. Спекается при температуре 1250-1280°С.

# **Полуфарфор- тонкокаменные изделия**

- по свойствам занимает промежуточное положение между фарфором и фаянсом, черепок белый или цветной, водопоглощение 3-5 %, используется в производстве посуды.
- Производство осуществляется по фарфоровой или фаянсовой технологии.
- В зависимости от применяемого сырья, степени спекания и цвета черепка, особенностей технологии тонкокаменные изделия носят различные названия: полуфарфор, низкотемпературный фарфор, «каменный товар» и др.

<b>Вид материала</b>	<b>Назначение керамических изделий</b>	<b>Примеры изделий</b>	<b>Особенности строения и декора</b>
Гончарная керамика	бытовые и декоративные	цветочные кашпо, посуда	пористые, мелкозернистые, с естественным цветом глины, часто неглазурованные
Терракота	декоративные и архитектурные	скульптура, панно	пористые, мелкозернистые, с моделированным цветом глины, неглазурованные
Каменные керамические изделия	строительные и бытовые	напольная плитка, посуда	плотные, мелкозернистые, не пропускающие воду, часто глазурованные
Майолика	бытовые, декоративные, архитектурные	посуда, сувениры	пористые, мелкозернистые, глазурованные, ярко окрашенные; цвет материала светлый или глиняный
Фаянс	бытовые, декоративные и строительные	посуда, сантехника	глазурованные, не просвечивающиеся; пористый, мелкозернистый материал белого цвета
Фарфор	бытовые и декоративные	посуда, сантехника, сувениры	глазурованные полу просвечивающиеся; плотный, мелкозернистый материал белого цвета

# ПЕРЕЧЕНЬ

## вопросов для подготовки к контрольной работе № 2

1. Гидрофизические свойства материалов: гигроскопичность, влажность, водопоглощение, капиллярный подсос. Факторы, влияющие на величину водопоглощения.
2. Гидрофизические свойства материалов: влажностные деформации, водостойкость, водонепроницаемость.
3. Морозостойкость строительных материалов. Методика ее определения.
4. Механические деформативные свойства: упругость, пластичность, эластичность, хрупкость.
5. Прочность и напряжение. Характеристика прочности с помощью диаграмм деформации. Теоретическая и техническая прочность материалов.
6. Механические свойства: ударная прочность, твердость. Определение твердости каменных природных и искусственных материалов с помощью шкалы Мооса.
7. Истираемость и износ.
8. Теплофизические свойства: теплоемкость и теплопроводность.
9. Понятие термической стойкости неорганических материалов. Коэффициент термического линейного расширения.
10. Огнеупорность и огнестойкость неорганических материалов.
11. Химическая стойкость.
12. Коррозия и способы защиты металлов
13. Механизмы старения металлов и полимерных материалов.
14. Понятие о надежности технических объектов, изделий и конструкций (долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость). Способы продления долговечности органических и неорганических материалов.
15. Химическая технология - основной фактор регулирования состава и строения неорганических искусственных материалов. Основные процессы химической технологии
16. Способы термической обработки минерального сырья. Примеры искусственных материалов, получаемых обжигом, плавлением, автоклавной обработкой.
17. Минеральные вяжущие вещества. Получение и применение гипсовых вяжущих, извести строительной, портландцемента.

- Грубая керамика изготавливается чаще из одних глин или из глин с небольшим количеством добавок грубого помола. Обычно она пористая с высоким водопоглощением, за исключением плиток для полов, которые обжигают почти до полного спекания. Тонкую керамику изготавливают из глин с добавлением до 50 – 60% отошающих материалов и плавней, которые измельчают до полного прохода через сито 0,08 мм (остаток не превышает 5 – 6 %).
- **Свойства керамики** специфичны для пластичных масс и для готовых изделий. Основные свойства изделий: прочность при изгибе и при сжатии, водопоглощение и морозостойкость, истираемость.
- **Предел прочности при изгибе, МПа**, керамических материалов  $R_{из}$  зависит прежде всего от их структуры. Например, кирпич полусухого прессования имеет меньшую величину  $R_{из}$ , чем кирпич пластического формования, изготовленный из тех же глин, даже при равной прочности при сжатии. Предел прочности при изгибе регламентируется ГОСТами для кирпича, поскольку в стене он испытывает не только сжимающие, но и изгибающие нагрузки из-за деформаций поверхности. Этот показатель регламентируется и для некоторых других керамических изделий. Обычно он находится в пределах 0,7 – 5 МПа.
- **Прочность при сжатии, МПа**, характеризует сопротивление сжимающим нагрузкам вышележащих слоев кладки. Она зависит от пористости, структуры и водопоглощения. По ее величине определяют марку стеновой керамики, по отношению прочности насыщенных и сухих образцов – коэффициент водостойкости ( $K_v$ ) или размягчения. Материал считается водостойким, если  $K_v$  больше 0,7.
- **Морозостойкость** - это способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и понижения прочности. Марки по морозостойкости характеризуются количеством теплосмен от – 15...– 20°C до + 18 ± 2°C, которое выдерживает материал без признаков разрушения. Существуют марки F15, F25, F35, F50.
- Исследования влияния характера пор на морозостойкость керамики выявили, что все поры делятся на три вида: опасные, безопасные и резервные.
- **Опасные поры** заполняются холодной водой при насыщении. В них она удерживается при извлечении материала из воды и замерзает при температуре – 15...– 20°C. Диаметр этих пор от 200 до 0,1 мкм.
- **Безопасные поры** при насыщении водой не заполняются либо заполнившая их вода не замерзает при указанных температурах, так как они очень мелкие. Заполняющая их вода становится пристеночной адсорбированной влагой с растворенными в ней солями. Она замерзает при температуре значительно ниже – 20°C.
- **Резервные поры** при насыщении полностью заполняются холодной водой, но при извлечении образца из воды она частично вытекает, вследствие малых капиллярных сил, и поры остаются не заполненными, оставляя резерв для расширения при замораживании. Это крупные поры диаметром более 200 мкм.
- Вода при замерзании расширяется всего на 9%, но давление при этом может достигать 280 МПа. Керамика будет морозостойкой, если объем резервных пор достаточен для компенсации прироста объема замерзающей воды в опасных порах. Это условие называют структурной характеристикой  $S$  и выражают в %:
- $$S = V_p / (V_{оп} - V_p) \quad (1)$$
- где  $V_p$  и  $V_{оп}$  – объем пор соответственно резервных и опасных.
- Морозостойкость определяет долговечность керамических материалов в условиях воздействия на них внешней среды. Поэтому марки по морозостойкости регламентированы ГОСТами для стеновых фасадных, кровельных изделий.
- **Теплопроводность** керамики зависит от ее плотности, состава, вида и размера пор. Она резко возрастает с увеличением влажности.
- **Паропроницаемость** действующими ГОСТами и ТУ не регламентирована. Однако в некоторых случаях она влияет на долговечность строительных конструкций. Низкая паропроницаемость стеновых материалов может явиться причиной потения внутренней поверхности стен, особенно в зданиях с повышенной влажностью воздуха.