

Лекция 5. Керамические материалы и изделия

5.1. Общие сведения

Наряду с природными каменными материалами в строительстве широкое распространение приобрели штучные каменные искусственные материалы, одним из которых является строительная керамика.

К строительной керамике относятся штучные материалы, полученные из минерального сырья, главным компонентом которых является глина. Керамику получают путем следующих основных этапов:

- карьерные работы;
- подготовка формовочной массы;
- формования сырца;
- сушки;
- обжиг изделий при высоких температурах.

Это древнейший из всех штучных каменных материалов. Например, керамический кирпич появился более 5000 лет назад. Эстетические и технические достоинства строительной и отделочной керамики в полной мере проявились во многих грандиозных градостроительных комплексах (рис. 5.1.).



а.

б.



в.



Рис. 5.1. а – крупнейшая крепость крестоносцев в Европе из керамического кирпича в г. Мальборк, Польша; б – Московский кремль; в – один из семи чудес света «висячие сады» Семирамиды.

5.2. Классификация керамических материалов

I. По назначению:

- стеновые (кирпич обыкновенный, кирпич и камень эффективный и пористый) (рис.5.2.);



а.

б.

в.

Рис. 5.2. а – кирпич обыкновенный; б – эффективный; в – применение кирпича в кладке наружных стен

- для наружной отделки (кирпич лицевой, плитка фасадная) (рис. 5.3.);



• а.

• Рис. 5.3. а – кирпич лицевой; б – плитка фасадная

для внутренней отделки (плитка для стен и полов) (рис. 5.4.);



а.



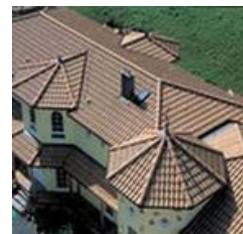
б.

Рис. 5.4. а – плитка керамическая для внутренних отделочных работ; б – применение

- кровельная (черепица);



а.



б.

Рис. 5.5. а – керамическая кровельная черепица; б – применение

- трубы (дренажные и канализационные);



а.



б.

Рис. 5.6. а – трубы керамические канализационные; б – дренажные

- заполнители для легких бетонов (керамзит) (5.7.);



а.

б.

рис. Рис. 5.7. а – керамзит; б – производство керамзита

- санитарно-технические изделия (ванны, униталы и т.д.) (5.8.);



а.

б.

- Рис. 5.8. а, б – санитарно-технические керамические изделия
- кислотоупорные (трубы, кирпич, плитка) (рис. 5.9.);



а.

б.

в.

Рис. 5.9. Кислотоупорные керамические изделия: а – кирпич; б – плитка; в – трубы



а.



б.

Рис. 5.10. Огнестойкие материалы из керамического кирпича: а – кирпич эффективный; б - применение

- дорожный кирпич (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Дорожный керамический кирпич

II. По способу производства:

1. Изделия пластического формования:

- пластическим способом (влажность сырья 20...25 %) (Рис. 5.12);



а



Рис. 5.12. а – сырьевая масса; б – цех по производству керамического кирпича пластическим способом

- полусухим способом (влажность сырья 8...12 %);



Рис. 5.13. Полусухой способ формования керамического кирпича

- мокрым (литьевым шликерным) способом (влажность сырья 45...60 %).

III. По структуре черепка:

- пористые (не обжиговые), которые поглощают более чем 5 % воды по массе (стеновые, кровельные, облицовочные материалы и др.);
- сплошные (обжиговые), которые поглощают не менее, чем 5 % воды по массе (плитка для пола, дорожный кирпич и т.д.).

5.3. Сырье для изготовления керамики

Сырьем для изготовления керамических материалов являются разнообразные глиняные горные породы (глины). Глины образовались вследствие выветривания изверженных горных пород. Глины – это природные водные алюмосиликаты, способные при смешивании с водой образовывать пластичное тесто, которое после обжига необратимо переходят в камнеподобное состояние.

Наиболее часто глины состоят при преобладающем количестве минерала каолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ и подобных ему минералов. В глинах могут быть примеси карбонатов, оксидов железа, кварца, известняка и др., которые существенно влияют на свойства керамических материалов. Например, цвет зависит от наличия в глине оксидов железа; железная руда снижает температуру плавления и др.

5.3.1. Добавки к глинам, глазури и ангобы

Для повышения технологических свойств глин и придания изделиям надежных физико-механических свойств вводят специальные добавки:

- отошающие – которые снижают пластичность и уменьшают воздушную и тепловую усадку (зола ТЭЦ, песок и т.д.);
- плавящие – которые снижают пластичность и спекание глины (полевой шпат, железная руда и т.д.);
- порообразующие – увеличивают пористость и уменьшают массу керамических изделий (выгорающие добавки);
- пластифицирующие – которые способствуют увеличению пластичности глиняной массы и улучшению формуемости изделий (высоко пластичные глины, ПАВ и т.д.).

Для улучшения декоративного вида и стойкости к внешним воздействиям поверхностный слой керамических изделий покрывают:

- глазурью – легкоплавкие, прозрачные и непрозрачные стекла, окрашенные и неокрашенные. Основные компоненты глазури – кварцевый песок, каолин, полевой шпат, соли щелочных и щелочноземельных металлов, оксиды. Глазурь в виде шликера наносят на поверхность изделия и обжигают в печах до расплавления;
- ангобом – белая или цветная глина, нанесенная на поверхность изделия тонким слоем в виде шликера и выпаренная. Ангоб не плавится и покрытая им поверхность выглядит матовой.



а.

Рис. 5.14. А – глазурь; б - ангоб



б.

5.3.2. Свойства глины

Глинистое сырье для керамических материалов характеризуется:

- 1). Гранулометрическим составом глины – это мельчайшие минеральные частицы (глиности) размером до 0,005 мм; частичками пыли до 0,16 мм; зерна кварца, слюды и других минералов размером до 0,16...5,0 мм.
- 2). Пластичность глины – способность во влажном состоянии вследствие внешнего воздействия набирать любые формы без образования разрывов и трещин, сохраняя такую форму при последующей сушке и обжиге. Физически показателем пластичности называют число пластичности P_n :

$$P_n = W_m - W_p$$

где W_m - влажность, при которой глина переходит из пластичного состояния в текучее, называемое нижней границей текучести;

W_p - влажность, при которой глина переходит из пластичного состояния в хрупкое, называемое границей раскатывания.

По пластичности глины разделяют:

- высокопластичные ($P_n > 25\%$);
- среднепластичные ($P_n > 15...25\%$);
- умереннопластичные ($P_n > 7...15\%$);
- малопластичные ($P_n < 7\%$);
- пластичные.

- 3). Усадка – называется изменение линейных размеров и объема образца в процессе сушки (воздушная усадка 2÷12 %) и обжиговая (2÷8 %). Полная усадка соответственно есть сумма данных усадок и находится в пределах

- 4). По огнестойкости глинистое сырье разделяют на классы:

«О» - огнестойкие с показателем огнестойкости легкоплавкие $> 1580^{\circ}C$; «Т» - тугоплавкие $1350 \div 1580^{\circ}C$; «Л» -

- 5). Характерным свойством является их способность переходить в камнеподобное состояние. Этот процесс необратим и обжиг керамических изделий заканчивается при $t = 950...1000^{\circ}C$. При дальнейшем повышении температуры глина деформируется, плавится.

5.4. Общая технологическая схема изготовления керамических изделий

Несмотря на широкий ассортимент керамических изделий, основные этапы изготовления этих изделий одинаковые:

- добыча сырьевых компонентов в карьере;
- подготовка сырьевой массы (дробление, помол, добавки, увлажнение);
- формование изделий (сырец);
- сушка;
- обжиг;
- складирование.

Переработку сырьевой массы и формовку изделий в соответствии со свойствами исходного сырья и вида конечных изделий выполняют способами:

- пластичным;
- полусухим;
- шликерным (мокрым).

5.4.1. Пластичный способ формовки

Используя пластический способ формовки изделий, глину измельчают на вальцах грубого и тонкого помола, а также подвергают переработке в бегунах. После дробления глину подают в глиносмеситель, где она перемешивается с добавками до однородной пластической массы и увлажнения до влажности 20÷20 %. Такой способ предусматривает формовку изделий на ленточных прессах. Глиняный брус, который выходит из-под пресса, нарезают автоматическим резальным аппаратом на изделия заданного размера. Пластичным формованием изготавливают обычный и эффективный кирпич, камни, керамические трубы.

5.4.2. Полусухой способ формования

При полусухом способе формования изготовления глину сначала дробят и сушат до влажности $6\div 8\%$, затем дополнительно повторно дробят в дезинтеграторах, просеивают, увлажняют полученный порошок паром до влажности $8\div 12\%$ и тщательно перемешивают в глиносмесителе. Подготовленную массу прессуют на гидравлических прессах при давлении $15\div 40$ МПа. Полусухой способ экономичнее пластического, поскольку не требуется сушки изделий. Но кирпич полусухого прессования имеет меньшую морозостойкость.

5.4.3. Мокрый (шликерный) способ формования

Суть способа состоит в том, что исходные материалы дробят совместно с водой в шаровой мельнице при влажности $45\div 60\%$ до получения однородной массы – шликера. Изделия получают методом литья или полусухим прессованием (облицовочные плитки, плитки для пола, тонкая керамика).

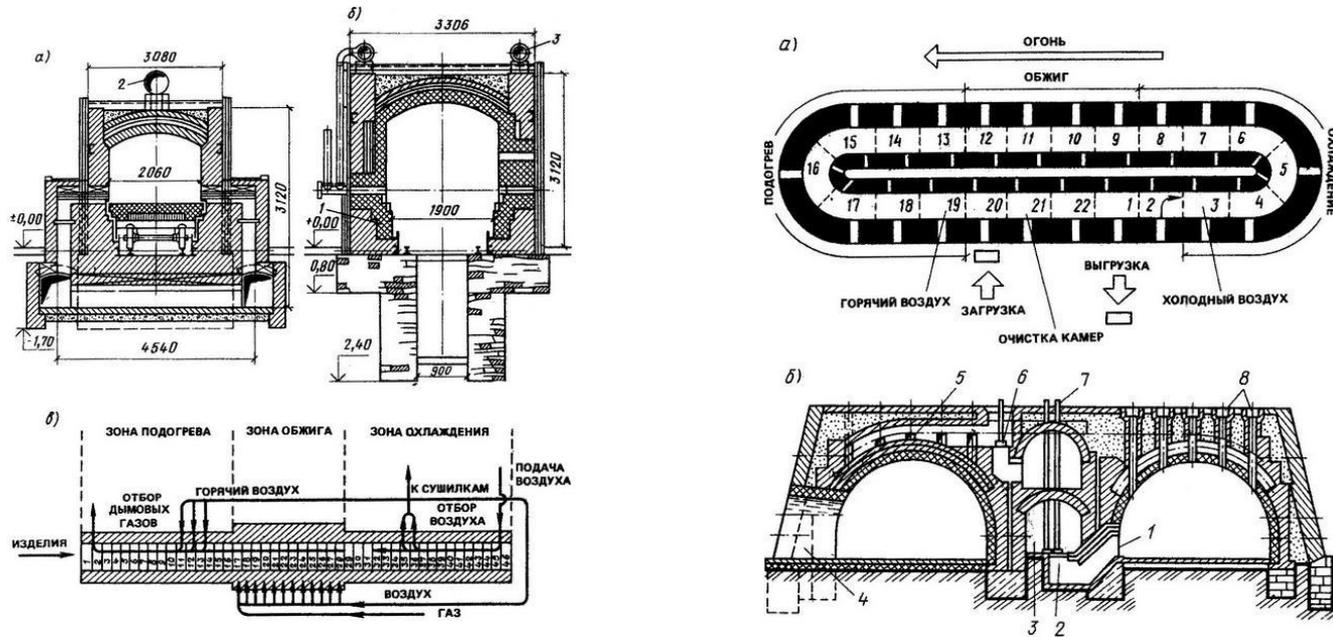
5.4.4. Сушка и обжиг керамических материалов

Обязательной промежуточной операцией технологического процесса изготовления керамических изделий является сушка, которую производят в туннельных сушках непрерывного действия до влажности $\geq 5\%$ для предотвращения неравномерной усадки и растрескивания при обжиге.

Сырец на вагонетках движется по туннелю навстречу потоку горячего воздуха или дымовых газов ($16\div 36$ часов).

Обжиг керамических изделий осуществляют в туннельных и кольцевых печах с автоматическим управлением (рис. 5.15.). Максимальная температура обжига кирпича и других стеновых керамических изделий $950\div 1000^\circ\text{C}$, которая необходима для спекания керамической массы. Туннельная печь – длинный канал, в котором вагонетки с изделиями проходят три зоны: подогрева, обжига, охлаждения.

Туннельная и кольцевая обжиговые печи



а.

б.

Рис. 5.15. а – туннельная печь Гипрострома (Киев): а). – зона подогрева; б – зона взвара (1 – кладка печи; 2 – воздухопровод; 3 – газопровод); в – схема тепловых зон; б – схема работы (а); и разрез (б) кольцевой печи: 1 – дымовые очелки; 2 – дымовой конус; 3 - дымовой канал; 4 – ходок; 5 – рассыпной строй; 6 – клапан рассыпного строя; 7 – штанга; 8 – топливные трубы

5.4. Стеновые материалы и изделия

5.4.1. Кирпич и керамические камни.

Применяют: для возведения внутренних и наружных стен, а также для изготовления стеновых панелей.

Кирпич имеет следующие размеры:

Вид кирпича	l , мм	b , мм	h , мм
Обычный	250	120	65
Модульный	288	138	63

Камни изготавливают следующих размеров:

Вид камня	l , мм	b , мм	h , мм
Обычный	250	120	138
Модульный	288	138	138

Кирпич может быть полнотелым или эффективным, а камни – только полнотелые.

По внешнему виду и размерам кирпич и камень должен удовлетворять требованиям ГОСТ. Не до обжиг или пере обжиг не допускается. Полнотелый кирпич должен иметь водопоглощение $\geq 8,0\%$ эффективный $\geq 6,0\%$

По средней плотности в сухом состоянии кирпич и камень делят на три группы:

эффективные, которые улучшают теплотехнические свойства стен $\left(\leq 1450 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$;
 условно-эффективные $\left(\leq 1450 \dots 1650 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$

обычный кирпич $\left(\leq 1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$.

Обычный кирпич делят на марки в соответствии с пределом прочности на сжатие:

M75, 100, 125, 150, 175, 200, 250. 300. Теплопроводность кирпича

$$\lambda = 0,7 \div 0,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

морозостойкость – F15, 25, 35, 50. Средняя плотность $1600 \div 1900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

2. Сборные изделия из кирпича и керамического камня – изготавливаются в виде керамических стеновых панелей и блоков для наружных стен на заводах, которые позволяют сделать кирпич более индустриальным.

5.4.2. Изделия для внешних и внутренних облицовочных работ

1. Изделия для облицовки фасадов:

- лицевой кирпич и камень изготавливают методом пластического формования или полусухого прессования с нанесением фактурного слоя или без него, имеет две лицевые поверхности – ложковую и тычковую;
- двухслойный кирпич формируется из местных красных глин и только лицевой слой (3...5 мм) из белообжиговых глин;
- глазурованный кирпич – лицевая поверхность покрыта глазурью;
- ангобованный кирпич – лицевая поверхность покрыта ангобом;
- коврово-мозаичные плитки – для отделки внутренних и внешних стен жилых и гражданских зданий.

2. Плитка для внутренней облицовки.

В соответствии с применяемым сырьем их разделяют на два вида:

- майолика (легкоплавкие глины +20 % мела + глазурь);
- фаянсовые (огнестойкие глины + кварцевый песок + плавкие добавки + глазурь).

Для внутренней облицовки применяют плитки: $l = 150 \text{ мм}, b = 25, 50; 75 \text{ и } 150 \text{ мм}$. Толщина плитки не должна превышать 6 мм, водопоглощение – 16 %. К качеству плитки предъявляются высокие требования – правильная геометрическая форма, четкие грани и углы, термическая стойкость и т.д.

3. Плитка для пола

Керамические плитки для пола могут быть глазурованными и не глазурованными, с гладкой и рифленой поверхностью и должны иметь правильную форму с размером 50...150 мм, толщиной 10...13 мм. Их изготавливают из тугоплавких или огнестойких глин с красящими добавками или без них. Плитки должны иметь высокую прочность, водопоглощение до 5 %, повышенное сопротивление стиранию.