

# КЕРАМИКА



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

Производили керамику еще в глубокой древности. Причина этого – в распространенности сырья и простоте технологии. Несмотря на широкое использование в строительстве бетонов и других прогрессивных материалов, керамика не сдает своих позиций. Из кирпичика строят более 50 % ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.



Керамика издавна тесно связана с архитектурой и строительством.

Мы пьем чай из фарфоровых чашек, мы привыкли к фаянсовым тарелкам и умывальникам, ходим по плиточному полу-все это керамика.



Красивые керамические вазы, фигуры, мозаика.

Стены дома- кирпичные, из блоков, панелей, с облицовкой.

Одна из лучших крыш-глиняная черепица.

Провода подвешены на фарфоровых изоляторах.

Металлургические, цементные, стекловаренные и другие печи, где внутри огонь, высокая температура, облицованы огнеупорной керамикой.

Химики пользуются особыми керамическими тиглями, токари- керамическими резцами.



Все началось с гончарного дела. Что только не делали гончары из глины: медальоны и формы для меднолитейного дела, грузила рыбакам и баночки для помады, курительные трубки штампы для оттиска рисунка хлебных лепешек, подсвечники и противни.

Гончар- древнейшая профессия. В гончарной мастерской работали так: залитую водой, промятую глину гончар и его помощники месили ногами, время от времени подливая воду, добавляя новую глину и посыпая песком. Затем мастер брал гончарную доску-подставку, посыпал ее песком и из глиняного куска начинал делать дно будущего сосуда. Загибал кверху края, накладывал на них, одна на другую, приготовленные подмастерьем глиняные ленты, выводил стеки и заглаживал сформованный руками кувшин внутри и снаружи.



Уже в конце четвертого тысячелетия до нашей эры в Месопотамии знали ручной гончарный круг. Изобретение и освоение гончарного круга были крупным техническим достижением того времени. Ручной гончарный круг-орудие несовершенное. Формовать на нем можно линии, одной рукой, другой надо вращать круг. Стали гончарный круг совершенствовать и превратили его в ножной станок, который похож на веретено с двумя приделанными к нему деревянными кругами.



На Руси гончаров исстари звали керамельниками. Гончары были смелыми мастерами. На одной губернской выставке как-то показали самовар-блестящий и по виду медный. Каково же было удивление и восхищение посетителей, когда они узнали, что самовар сделан из глины и покрыт глазурью.

Гончары делали и неглазурованные терракотовые фигурки, расписывая или оставляя их без росписи. Помимо посуды стали изготавливать печати, серпы, саркофаги, таблички, на которых запечатлена клинопись.

Выдающимся достижением керамистов Древнего Востока было изобретение цветных глазурей. Широко известна архитектурная поливная керамика Ассирии, Вавилона, Древнего Ирана (панно, стены дворцов и храмов).

Из глиняного теста со сплетенными прутьями ставили глиноплетень. Брали траву, либо солому, смешивали с глиной и делали из такой массы довольно прочные камни; их сушили на солнце, получая своего рода глинобетон. Дома из глинобетона стоят не один десяток лет.

Со временем научились формовать стеновые камни из самой глины-мягкой и пластичной, хорошо сохнущей и при этом прочнеющей. Строили из необожженного, но достаточно прочного кирпича. Сырцовая архитектура хорошо развивалась в Средней Азии.

Римский акведук, китайская стена и другие величественные сооружения древности возведены из керамического камня- глиняного кирпича. В Египте и Месопотамии кирпич научились обжигать за три тысячи лет до нашей эры.



В России кирпичное ремесло зародилось в Киевской Руси в середине 10 века. Мастера стеновых дел начали строить из обожженного «глиняного камня» княжеские дворцы и церкви. Кирпичники учились у гончаров. Они были первыми «плинфоделами» («плинфа» - так называли тогда кирпич). Сначала он был квадратной плиткой, потом стал прямоугольником, толщина его увеличивалась. В 10-12 веке русский кирпич представлял собой плиту длиной 20-35 см, шириной от 2,5 до 5,5 см.

Храмы и княжеские дворцы (Псков, Новгород) возводились из обожженных керамических плит. Однако монгольское нашествие губительно сказалось на производстве керамики- на несколько веков в южнорусских районах в связи с запрещением строить каменные сооружения прекратилось производство кирпича, возродившееся лишь в 15 веке.





В печах напольного типа ремесленники артелью обжигали заказанные партии кирпичей, ставя на них свое клеймо. В 1475г. В Москве под наблюдением итальянского архитектора Аристотеля Фиораванти был построен кирпичный завод, где сделали печь с постоянными сводами. Но «Аристотелев кирпич» (29\*11\*7 см) не привился в московском строительстве из-за того, что не подходил к цепной кладке, перевязке, к которой привыкли русские каменщики.

К началу 17 века государство впервые осуществило попытку стандартизации кирпичной продукции. В царствование Бориса Годунова установлен размер «государственной кирпичи» 7\*3\*2 вершка (31\*13\*9см).

В Москве в 17в. появились постоянные казенные кирпичные заводы. Глину замачивали и замешивали с песком в чанах и ушатах, вкопанных в землю, поднося воду ведрами, один формовщик делал 100-110 кирпичей в день.



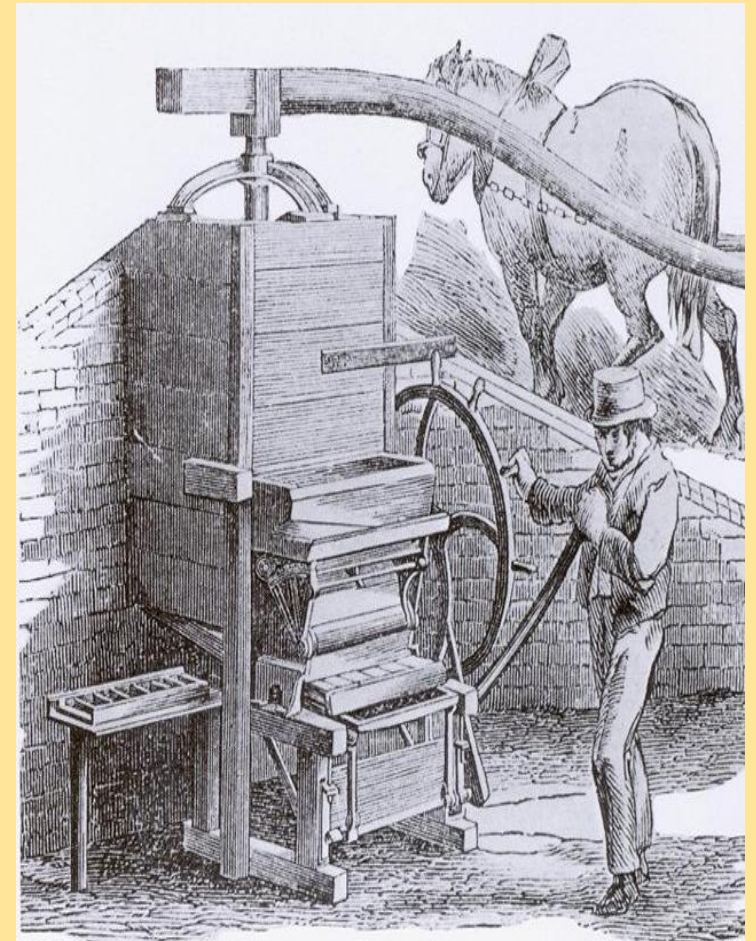
Позднее Петр 1 высочайшим повелением утвердил новый государственный стандарт кирпича-6,3\*3\*1,6 вершков (28\*14\*7см).

При Екатерине 2 кирпич выпускался городской –для строительства зданий и трубяной для печных труб.

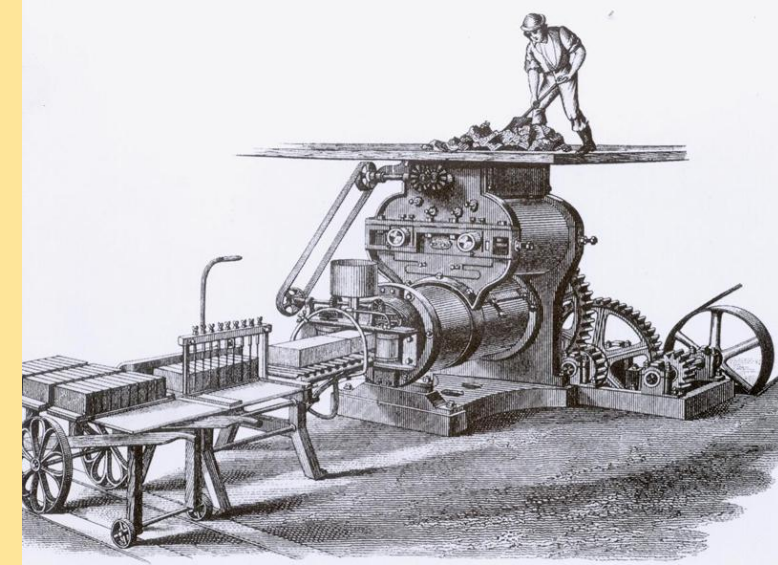
Кирпичное дело стремительно развивалось и к концу 18 века в Москве было уже 72 завода.

Техническую революцию произвел мундштук, прикрепленный к глиномялке. Теперь, сформированный движущийся брус глины по выходе из мундштука автоматически резался падающей металлической струной на кирпичи. Переработка глины и формовка отныне стали непрерывны.

Появились ленточные шнековые прессы и вместе с ними вальцы- главный глинообработчик.



Самая первая стадия индустриализации строительства зданий с использованием — кирпича- это блоки из него разной конструкции: облегченной и сплошной кладки, с закладными деталями. С бороздами для скрытой проводки, отверстиями для вентиляционных каналов. В 1837 году пражский архитектор Витек стал делать кирпич с мелко истолчённым горючим веществом, которое при обжиге сгорает и оставляет после себя «скважины».



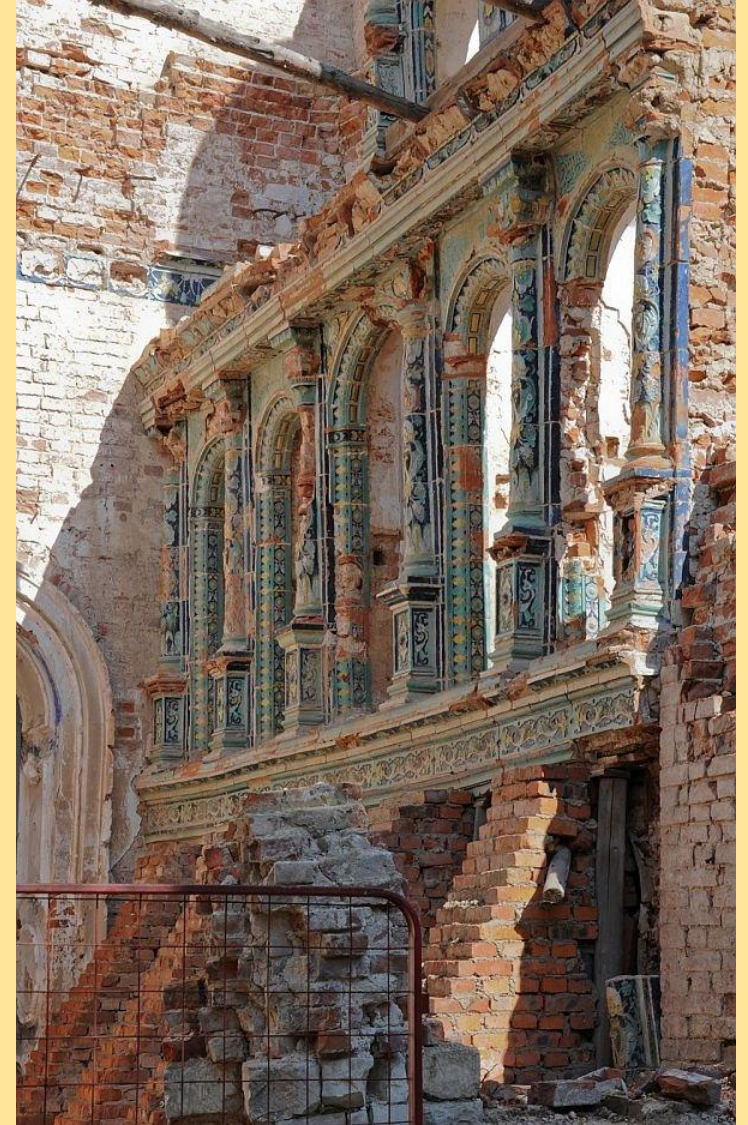
В России в это время изготавливали двухпустотный кирпич со сквозными отверстиями по тычковой грани. Формовали его вручную, пустоты создавали двумя деревянными брусками, которые вставляли в форму. Этот кирпич был дорог. Он шел на балконы и эркеры, где нужна легкость. В Германии и США выпускался дырчатый и пористо-дырчатый кирпич полуторного и двойного «формата».

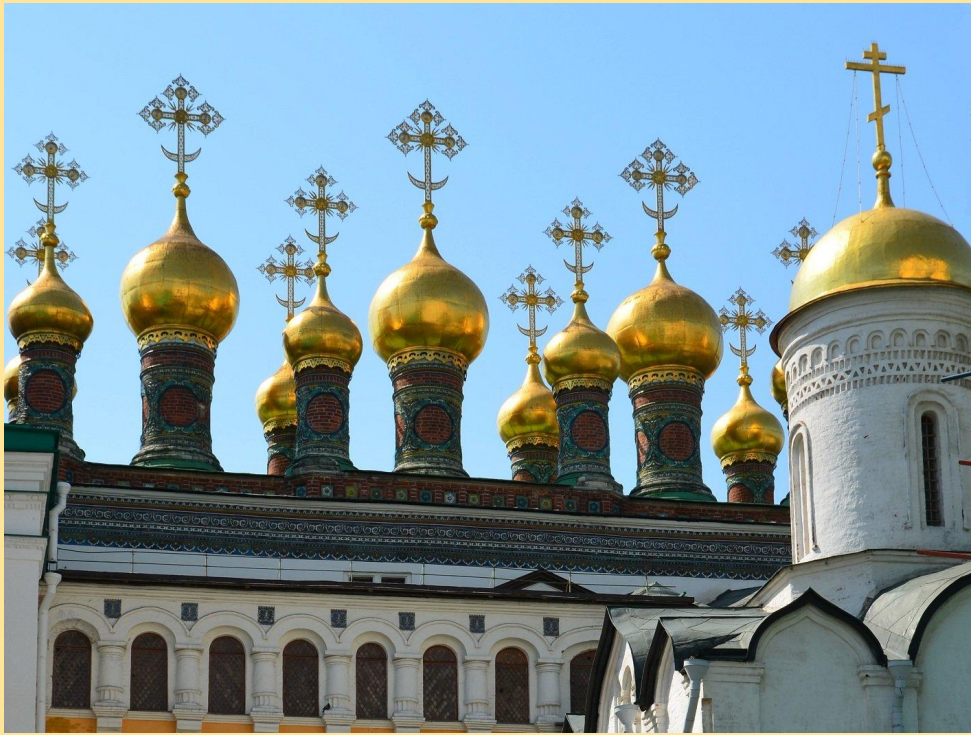
Греки и римляне еще до нашей эры для украшения стен, колонн, храмов использовали терракоту.

Архитектурную, скульптурную облицовку из терракоты любили в эпоху европейского Возрождения в Италии, Фландрии, Франции. В новое время она была модной в Англии. В Самарканде, Бухаре умели резать по высушенной глине: потом ее обжигали.

Наружный декор церковных, монастырских и других зданий в русском государстве 16-17 века был не терракотовым, а изразцовым. Сначала изразцы не глазуровали, а покрывали белым ангобом.

Глазурованные- были синими, зелеными, коричневыми, желтыми. Их делали тиснением в формах- получались «ножки», каблучки, «языки». Изразцовыми вставками разбивали однообразие плоскости стены, обрамляли окна, опоясывали башни. Мастера составляли из отдельных элементов панно и фриз.





Материал (т. е. тело), из которого состоят керамические изделия, в технологии керамики именуют ***керамическим черепком***.

- По структуре черепка различают изделия с пористым и со спекшимся черепком, а также изделия грубой и тонкой керамики. ***Пористыми*** в технологии керамики условно считают изделия, у которых водопоглощение черепка превышает 5 %. ***Спекшимся*** считают черепок с водопоглощением менее 5 %.
- У изделий ***грубой керамики*** черепок имеет в изломе зернистое строение (макронеоднородный). Большинство строительных керамических изделий (строительный кирпич, черепица, канализационные трубы и др.) являются изделиями грубой керамики.
- У изделий ***тонкой керамики*** излом черепка имеет макрооднородное строение. Он может быть пористым (например, у фаянсовых облицовочных глазурованных плиток) и спекшимся (плитки для полов, кислотостойкий кирпич, фарфоровые изделия). Изделия со спекшимся черепком с водопоглощением менее 1 % называют каменными керамическими. Если при этом черепок обладает еще и просвечиваемостью, то его называют фарфором.

# Классификация керамических изделий

В зависимости от пористости структуры керамические строительные изделия делят на две группы:

- *пористые* (водопоглощением по массе 5 и более 5% - керамический кирпич и камни, черепицу кровельную, облицовочные плитки и керамические трубы);
- *плотные* (водопоглощением по массе – менее 5% - плитки для полов и дорожный кирпич);

Санитарно-техническая керамика может быть пористой (фаянс) и плотной (санитарный фарфор).

По состоянию лицевой поверхности: гладкие; офактуренные (шероховатость, рельеф); глазурованные (обжиг состава на изделии); ангобированные (обжиг состава на сырце).

## По назначению:

- а) стеновые изделия (кирпич и камни)
- б) кровельная керамика (черепица)
- в) для облицовки поверхностей (стен, пола)
- г) санитарно – техническая керамика (умывальники, унитазы, смывные бачки и др.)
- д) дорожная керамика (клинкерный кирпич)
- е) кислотоупорная керамика (кирпич, плитка, трубы)
- ж) огнеупоры (изделия и неформованные материалы, применяемые для строительства и футеровки печей, топок и других теплотехнических установок, работающих в условиях высоких температур)
- з) заполнители для легких бетонов (керамзит, аглопорит)
- и) изделия для подземных коммуникаций (трубы канализационные и дренажные)



# Сырье для производства изделий строительной керамики

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

**$K_2O * Al_2O_3 * 6SiO_2 + CO_2 + 4H_2O = K_2CO_3$  (поташ) +  $Al_2O_3 * 2SiO_2$  (метакаолинит) + 4  $SiO_2$  (аморфный кремнезем).**

**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  $\text{SiO}_2$  (40...80%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10-35%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5-8%),  $\text{CaO} + \text{MgO}$  (до 25%),  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  (4-7%)

5) По вещественному составу, в зависимости от содержания примесей: соединения железа, карбонаты, сульфаты, органические соединения, растворимые соли.

**В зависимости от степени загрязненности глины разделяют на следующие виды:**

*каолин* – чистая глина белого цвета, применяется для изготовления изделий тонкой керамики (фаянс, фарфор) и облицовочных плиток;

*гончарная глина* – загрязненная примесями, применяется для изготовления посуды и керамических плиток;

*кирпичная глина* – наиболее загрязненная песком, пылью, органическими примесями, железистыми соединениями, применяется для производства кирпича.

## 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.

Глины, содержащие много песчаных частиц, называют тощими. Оптимальные смеси получают введением в жирные глины отошающих добавок -песков, зол ТЭС, шлаков, шамота и др.

*Высокопластичные, умеренопластичные, малопластичные.*

**Водопотребность** – количество воды, необходимое для получения пластичного теста. Часто по водопотребности определяют пластичность глин.

*Высокопластичные* – воды  $>28\%$

*Умеренопластичные* – 20-28%

*Малопластичные*  $< 20\%$

**Связующая способность** – способность связывать зерна не пластичных 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 пластичнее 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.

Образование прочного черепка происходит за счет эффекта склеивания твердых частиц глины образовавшимся расплавом.

**Огнеупорность**- характеристика плавкости в интервале температуры плавления. Различные глины требуют определенных температур обжига и соответственно имеют разную огнеупорность. По этому признаку глины делят на:

- легкоплавкие (температура плавления - 1350°C);
- тугоплавкие (температура плавления - 1350-1580 ° C);
- огнеупорные (температура плавления выше 1580 ° C).

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

***Технология производства включает в себя три основных этапа:***

подготовка минеральной смеси, формование, обжиг.

***Подготовка сырья:*** очистка, измельчение, введение добавок, увлажнение.

***В зависимости от количества воды различают три способа производства керамики:*** сухой способ (влажность 8–13 %); пластический (18–26 %); мокрый или шликерный (более 30 %).

***Формование:*** сухой и полусухой способы – прессованием; пластический – экструзией (полуфабрикат перед обжигом подсушивают); мокрый – литьем.

***Обжиг*** – важнейший этап производства керамики. Во время обжига происходят физико-химические процессы, в результате которых отформованная масса спекается с образованием плотного черепка.

Легкоплавкая часть глины расплавляется и заполняет поры, обволакивая твердые агрегаты и скрепляя их после охлаждения. При этом происходит некоторая усадка и уплотнение материала.

Пористую керамику обжигают до неполного спекания (900–1000 °С), плотную – до сплавления глинистой массы (при 1150–1400 °С).

## Процессы, происходящие в глине при нагреве:

испарение свободной воды ( $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); удаление химически связанной воды ( $150\text{--}750\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а также выгорание органических примесей (до  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

В результате потери воды глина становится пористой и теряет пластичность. Каолинит теряет воду:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , далее распадается на свободные оксиды  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  (более  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Затем эти оксиды соединяются, образуя новый минерал муллит –  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  (более  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Этот минерал придает обожженному изделию прочность, водостойкость, термическую стойкость.

Закись железа  $\text{FeO}$  переходит в окись  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . При этом меняется цвет глин. Глины, содержащие углекислый кальций  $\text{CaCO}_3$ , приобретают после обжига желтый цвет.

Часто с повышением температуры обжига глина становится более темной.

Спекание глин происходит при температуре  $950\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Если температуру повысить, то происходит расплавление массы и растекание расплава.

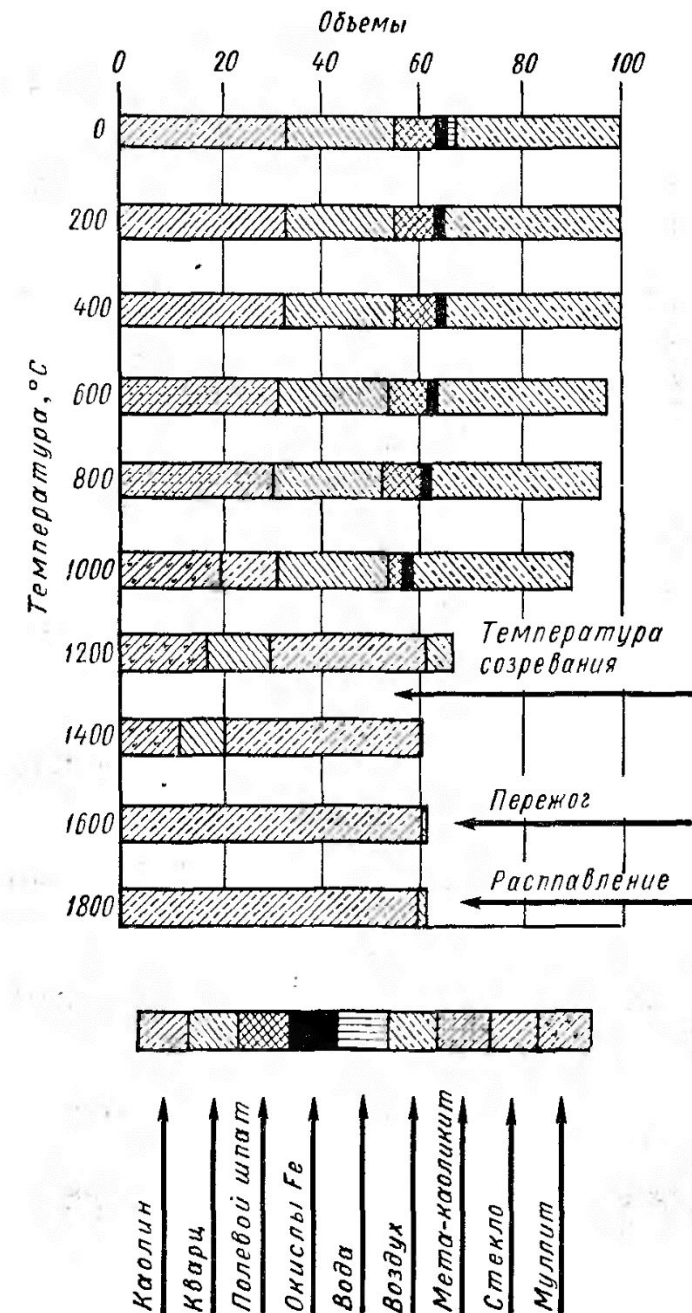


Рис. 141. Пример объемного изменения состава в каменном черепке при нагреве



**Обжиг керамических изделий ведется по специальному режиму: прогрев сырца, собственно обжиг и охлаждение готового изделия. Печи для обжига: муфельные, кольцевые, туннельные, многоканальные.**

**Кольцевая печь** представляет собой замкнутый обжигательный канал длиной до 200 м и высотой до 3 м и объемом от 300 до 2500 м<sup>3</sup>. В наружной стене печи устроены проемы б – ходки для загрузки сырца и выгрузки кирпича. Ходки устраивают через 5-6 м, количество ходков зависит от количества условных камер печи, отделенных друг от друга бумажными щитами, устанавливаемыми при загрузке сырца. Число таких камер в печи от 12 до 36 шт. Сверху через топливные трубочки в своде камер загружают кусковое или пылевидное топливо; внизу камер имеются отверстия, соединенные с центральным дымовым каналом 5 для отвода дымовых газов. В кольцевой печи садка сырца (2) остается неподвижной до момента выгрузки готовых изделий, а зоны подогрева, обжига и охлаждения перемещаются по обжигательному каналу по мере продвижения подачи топлива от одной условной камеры к другой. При приближении зоны обжига бумажные щиты сгорают.

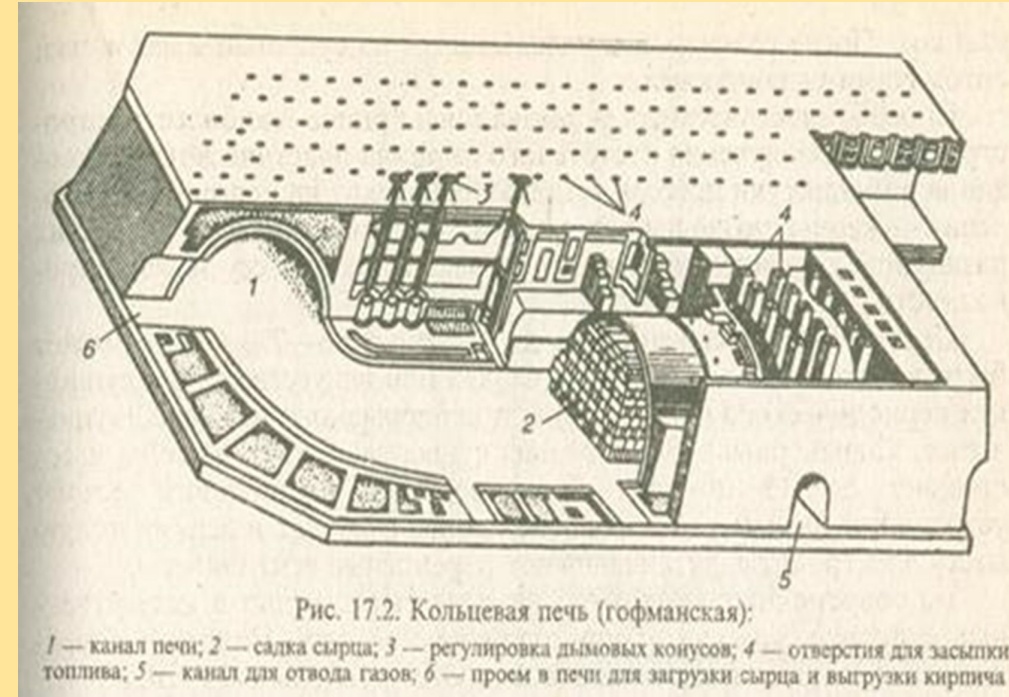


Рис. 17.2. Кольцевая печь (гофманская):

1 — канал печи; 2 — садка сырца; 3 — регулировка дымовых конусов; 4 — отверстия для засыпки топлива; 5 — канал для отвода газов; 6 — проем в печи для загрузки сырца и выгрузки кирпича

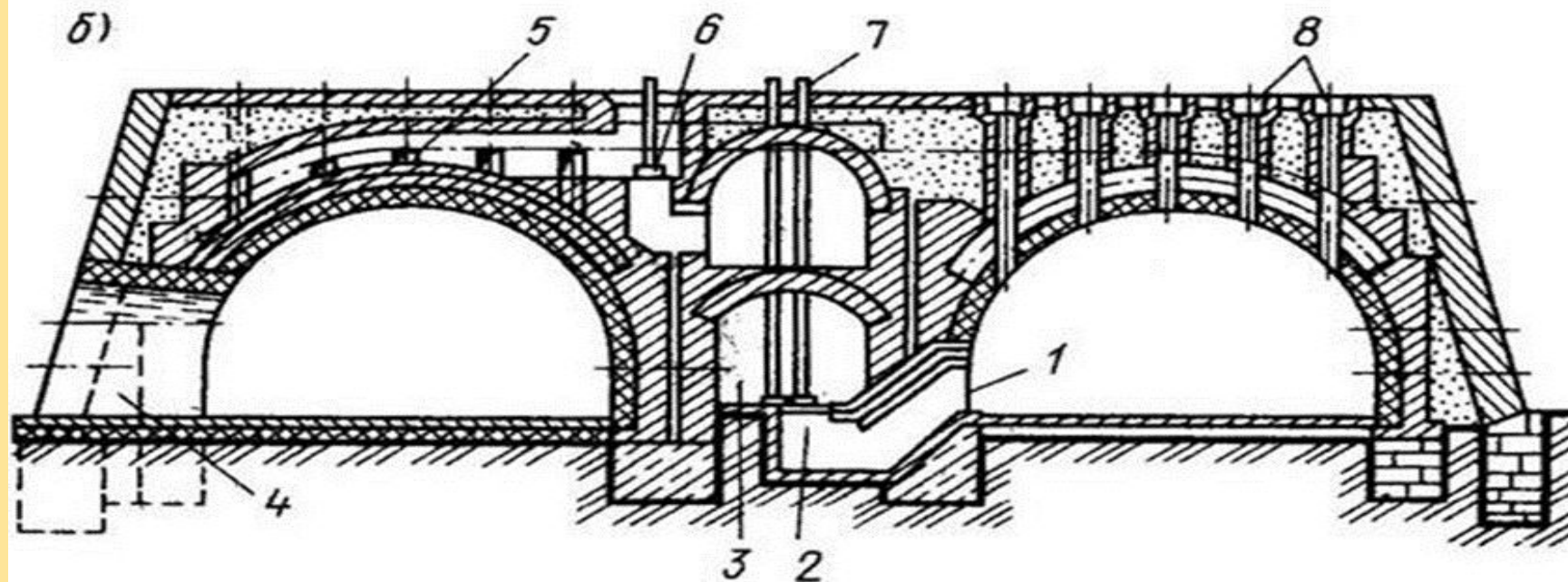
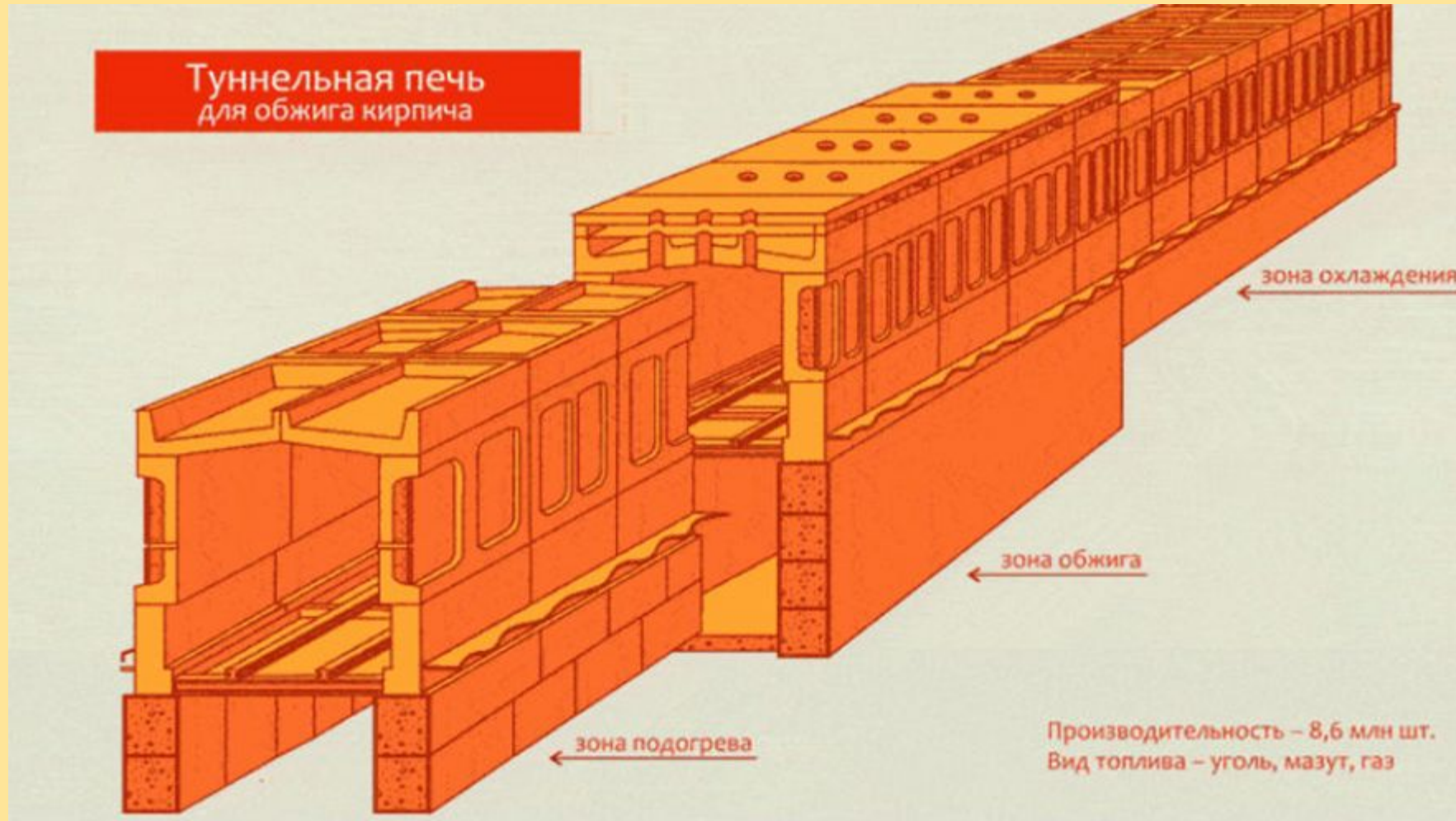


Схема работы (а)  
и разрез (б) кольцевой печи

- 1 — дымовые очелки;
- 2 — дымовой конус;
- 3 — дымовой канал;
- 4 — ходок;
- 5 — рассыпной строй;
- 6 — клапан рассыпного строя;
- 7 — штанга;
- 8 — топливные трубы

**Туннельная печь** представляет собой обжигательный канал длиной до 160, высотой 1,7 и шириной до 3,1 м. Внутри этого канала по рельсам продвигаются вагонетки с обжигаемым сырцом. По длине канала печь разделяется на зоны подогрева, обжига и охлаждения. Вагонетки с сырцом движутся навстречу горячим газам, а затем поступают в зону холодного воздуха, нагнетаемого газовым вентилятором. В свою очередь, дымосос, устанавливаемый в начале зоны подогрева, обеспечивает поступление горячего воздуха в зону обжига. В печах применяют твердое, жидкое или газообразное топливо. Обжиг в этих печах идет значительно быстрее, чем кольцевых.





Муфельная печь

## **Брак в процессе производства кирпича:**

### **Недожог.**

Недожженный кирпич обладает характерным горчичным цветом, а при ударе издает глухой, не звонкий звук. У недожженного керамического кирпича низкая морозостойкость он «боится» влаги.

### **Пережог.**

Получается, от очень высоких температур. Такой кирпич чернеет, оплавляется, теряет четкие геометрические размеры, его «раздувает» изнутри.



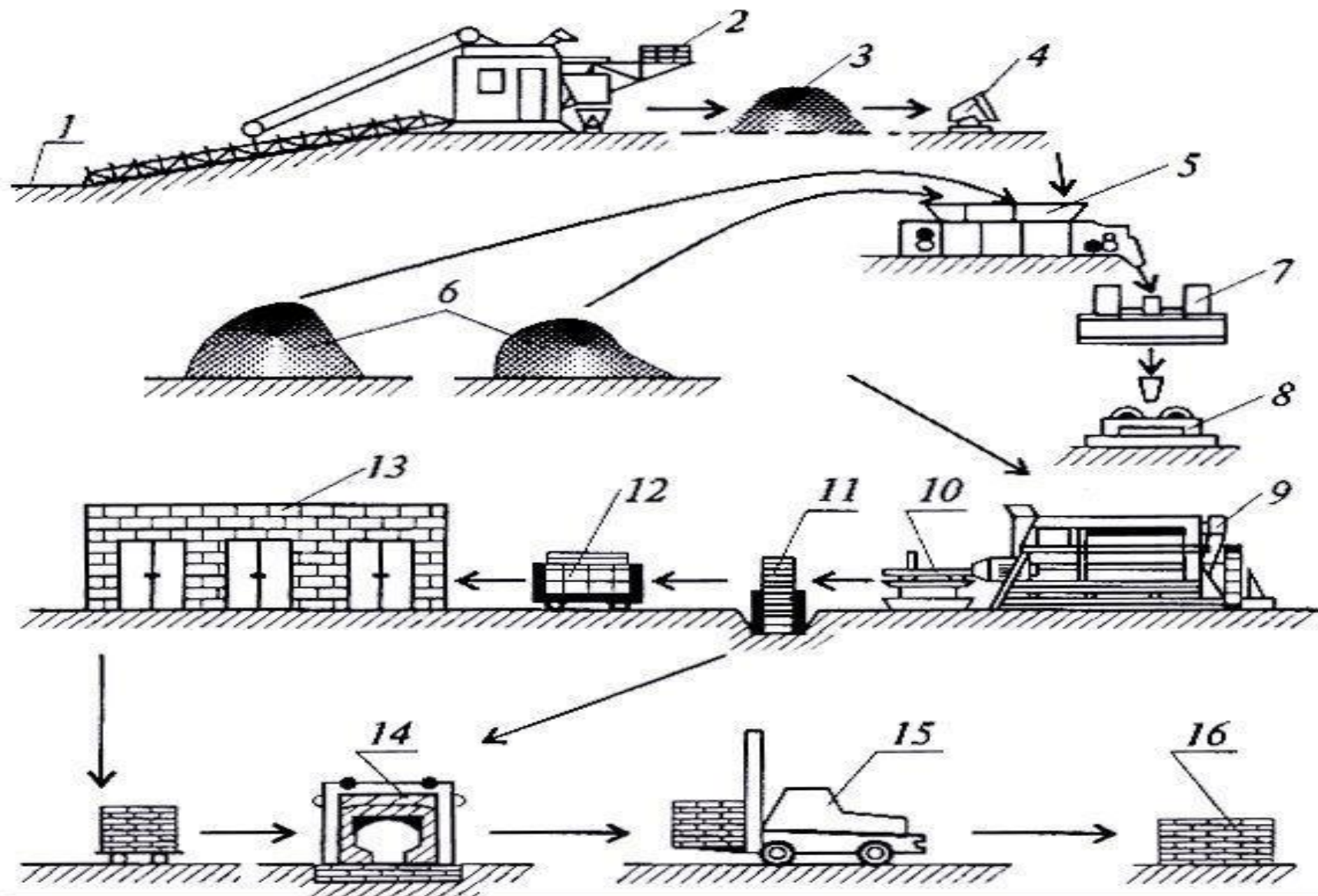
**Формование из пластичных масс** применяется для стеновой керамики. Пластичными массами называют такие, у которых сила внутренней связи больше сил поверхностного сцепления (адгезии).

*Пластическое формование производится: на ленточных прессах, штамповкой в гипсовых или металлических формах и вручную (лепка).*

*Формовка на ленточных прессах* применяется вакуумная и без вакуумная. Ленточный пресс представляет собой закрытый металлический короб, в котором вращается вал с винтообразными лопастями, нагнетающими массу в сторону выходного отверстия.

Для обеспечения надежной работы вакуум-пресса необходимо применять решетчатые керамические насадки, где конденсируется влага. Превышение влажности массы или ее занижение приводит к срыву вакуума из-за переполнения вакуум-камеры глиной.

На выходе из пресса брус не должен иметь свилей и разрывов сплошности, которые приводят к растрескиванию и браку.



Общая технологическая схема производства керамического кирпича пластическим способом: 1 — карьер глины; 2 — экскаватор; 3 — запасник глины; 4 — вагонетка; 5 — ящичный подаватель; 6 — добавки; 7 — бегуны; 8 — вальцы; 9 — ленточный пресс; 10 — резак; 11 — укладчик; 12 — тележка; 13 — сушильные камеры; 14 — туннельная печь; 15 — погрузчик; 16 — склад.

Керамическая масса через воронку и нагнетательные валки 2 подается на лопасти шнека (червяка) 4, который, вращаясь вокруг своей оси, захватывает массу и перемещает ее в сторону сужающейся части — головки 5. На выходе из головки устанавливается съемная насадка — мундштук 6, отверстие в котором имеет ту или иную форму, зависящую от конкретного изделия. Под действием давления (1,6...7,0 МПа), развиваемого шнеком, масса выдавливается через отверстие мундштука и выходит в виде непрерывной глиняной ленты, которая разрезается на отдельные кирпичи стальными струнами.

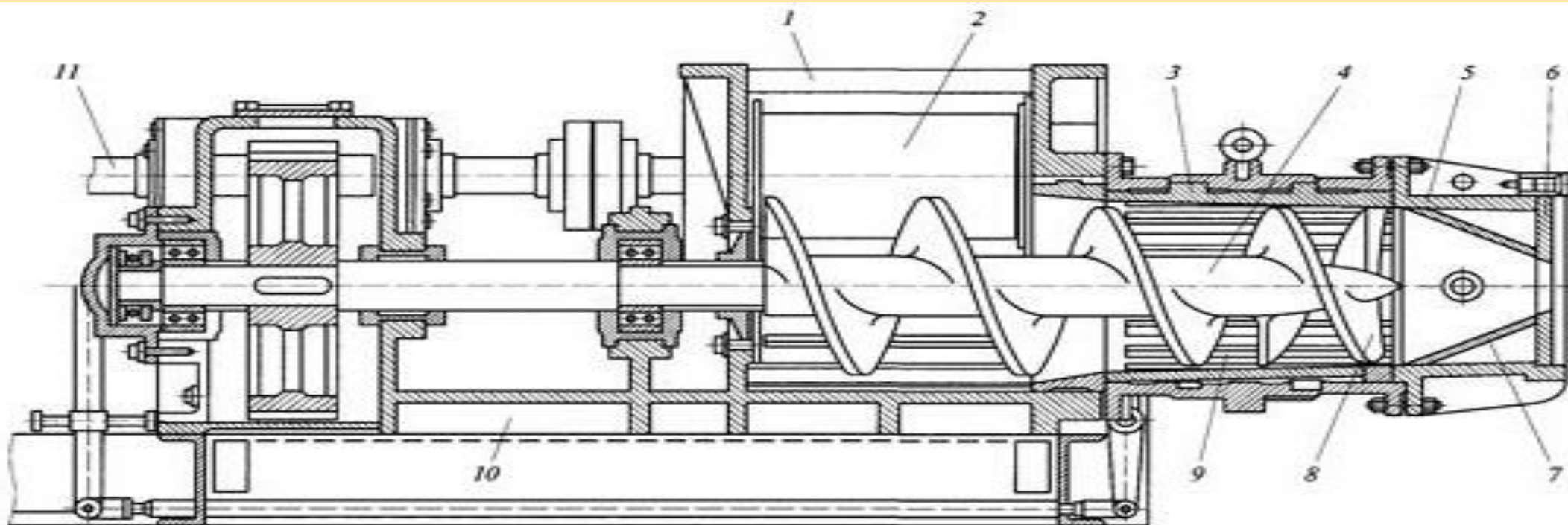


Рис. 5.1. Безвакуумный ленточный пресс:

1 — приемная часть (воронка); 2 — нагнетательный валок; 3 — цилиндр; 4 — шнек; 5 — головка; 6 — мундштук; 7 — рубашка; 8 — выпорные лопасти; 9 — ребра; 10 — станина; 11 — вал



*Штамповка из пластичных масс* применяется при изготовлении черепицы, электроизоляторов, капсул.

Плоские (несимметричные) изделия штампуют в гипсовых или металлических формах, укладывая в них валяшки; применяются салазочные или револьверные прессы. Давление прессования зависит от объема изделия и пластичности массы. Вытачивание из пластичных масс производится для изделий формы тел вращения (изоляторы, трубы). Оборудование: гончарный круг, станок с вращающимся столом, шпинделями и шаблонами, центробежная форма. Подъемом вращающегося шпинделя пласт глины подводится под шаблон, который обжимает массу и «разводит» ее до необходимой конфигурации, а нижний или внутренний формирует внутреннюю поверхность.

*Лепка*— ручное формование изделий из пластичных масс в гипсовых формах или без них. Это трудоемкий процесс, поэтому лепка применяется для изготовления изделий сложной конфигурации, уникального, малотиражного ассортимента.



Штамповка черепицы



Лепка в гипсовых формах

**Прессование из полусухих масс (порошков).** Полусухое прессование имеет преимущества: прочнее сырец, точнее конфигурация и размеры, меньше усадка в сушке и обжиге, проще механизация. Поэтому оно применяется чаще, чем пластическое формование.

Прессы полусухого прессования разделяют по направлению прессования, способу передачи усилия и назначению.

По направлению прессования – одно- или двухсторонние.

По способу передачи усилия – ударного действия, рычажные и гидравлические.

По назначению – для прессования кирпича, плиток, черепицы.

**Формование керамических изделий методом литья** заключается в отливке керамических шликеров в гипсовую форму, внутренняя поверхность которой отражает наружные размеры изделия – применяется для тонкостенных изделий сложной конфигурации преимущественно в производстве санитарно-технического фаянса, фарфора, декоративных изделий.

**Прессование** производится в пресс-форме, куда из бункера с помощью каретки переносится порция пресс-порошка. Одновременно при движении вправо каретка сталкивает отформованный сырец на приемное устройство. При обратном движении каретки (влево) нижний штамп опускается и пресс-порошок заполняет пресс-форму. После этого опускается и входит в пресс-форму верхний штамп, производя предварительное уплотнение массы при давлении около 2 МПа, в результате чего ее объем уменьшается на 30... 35 %. Дальнейшее прессование производится нижним штампом в две ступени. На первой ступени создается давление около 9 МПа. После этого нижний штамп опускается вниз, давая выход отжату из прессуемой массы воздуху. Окончательное прессование производится при давлении около 30 МПа.

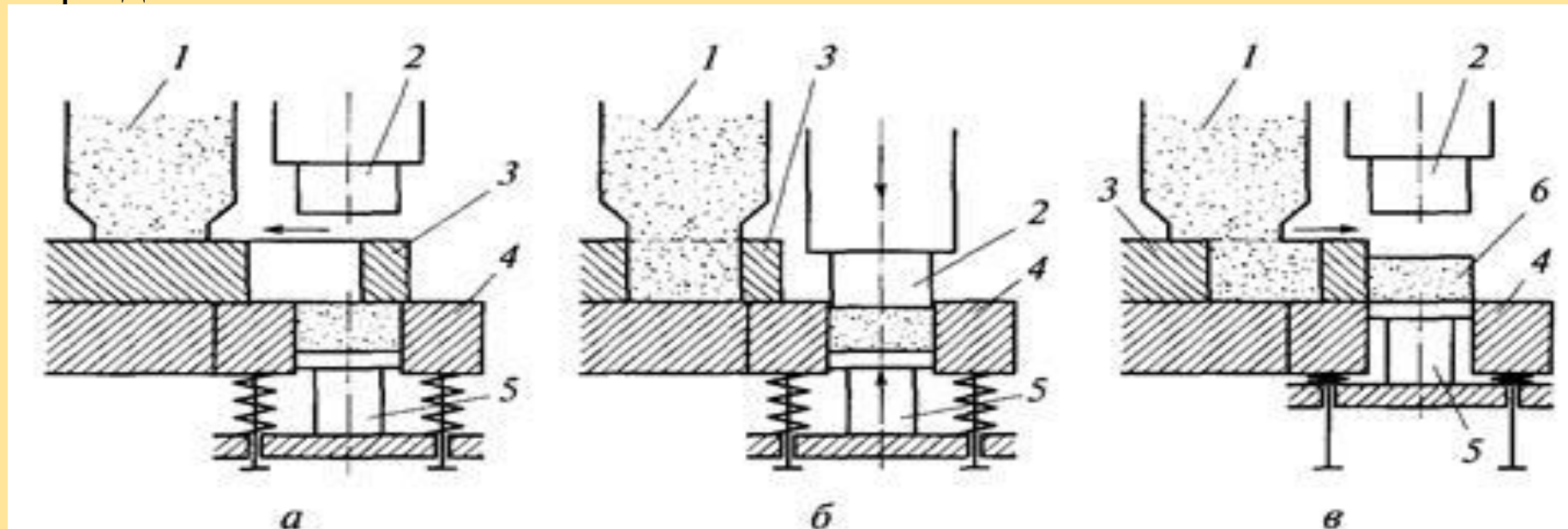


Рис. 5.2. Последовательность (а...в) полусухого прессования кирпича:  
1 — бункер с пресс-порошком; 2 — верхний штамп; 3 — каретка; 4 — пресс-форма; 5 — нижний штамп; 6 — кирпич-сырец

Применяют три способа литья: сливной; наливной; комбинированный.

При сливном способе формования жидкую керамическую массу (шликер) наливают в гипсовую форму, пористые стенки которой впитывают влагу, отнимая ее от шликера, вследствие чего по внутренней поверхности формы образуется сплошной равномерный слой загустевшей массы. Когда данный слой приобретет нужную толщину, избыток шликера сливают, а изделие оставляют еще на некоторое время в форме для высыхания (подвялки), вследствие чего оно дает усадку и легко отстает от стенок формы.

При наливном способе шликер заливают в пространство между сопрягаемыми частями разъемной формы. При этом способе процесс уплотнения массы протекает быстрее, так как влага отбирается и с наружной, и с внутренней поверхностей заготовки. В отличие от сливного наливной способ позволяет формировать изделия более сложной формы и с большей точностью размеров.

В некоторых случаях целесообразно использовать оба способа (**комбинированный способ**). К примеру, у раковин и умывальников «тело» чаши — наливное, а полые борта — сливные.

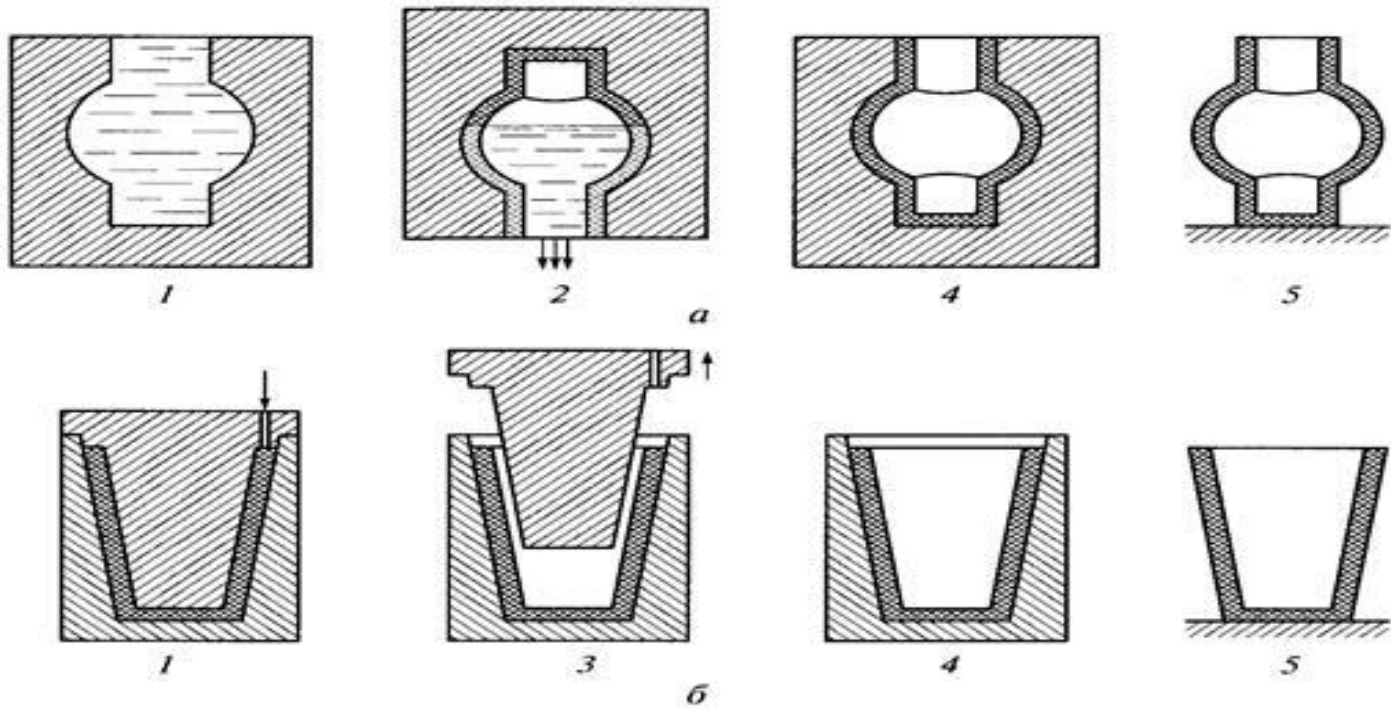


Рис. 5.3. Способы шликерного литья:

*a* — сливной; *b* — наливной; 1 — заливка шликера; 2 — слив излишнего шликера; 3 — разъем формы; 4 — подвялка; 5 — отформованные изделия



*Для изменения цвета черепка, а также улучшения физико-механических свойств лицевой поверхности на керамические изделия в свежесформованном, сухом или обожженном виде наносят керамические покрытия. Если покрытие нанесено на обожженное изделие, то оно подвергается повторному обжигу при температуре, обеспечивающей спекание или плавление нанесенного покрытия для прочного сцепления с черепком.*

**Основными видами керамических покрытий являются ангобы и глазури.**

**Глазурью** называется тонкий, блестящий стекловидный слой в виде тонкой пленки, покрывающей поверхность керамического изделия и имеющей назначение придать изделию красивый внешний вид и одновременно повысить его стойкость и непроницаемость для жидкостей и газов. По химическому составу глазури относятся к сложным силикатам, стеклам, не имеющим самостоятельного применения, а используемым только для поверхностного покрытия керамических изделий. Сырьем для их приготовления служат смеси, состоящие из кварцевого песка, каолина, полевых шпатов, оксидов свинца, борной кислоты, буры.

Глазури бывают *прозрачные* и *глухие* (непрозрачные). Глухие глазури называются эмальями. Прозрачными глазурями обычно покрываются керамические изделия белые или светлых тонов. Глухие глазури применяются для маскировки нежелательной окраски керамического черепка.

По цвету различаются глазури бесцветные, окрашенные и белые.

**Разновидностями глазурей являются: эмали** – непрозрачные «глухие» глазури; **кристаллические**, напоминающие по внешнему виду кристаллы; **красочные**, в

**Ангоб** – белые или цветные керамические массы, наносимые на поверхность керамических изделий до их обжига в виде тонкого слоя (0,25–0,4 мм) для придания поверхности изделий определенного внешнего вида. Ангобы наносят поливом или пульверизацией. Ангобирование применяют при изготовлении лицевого кирпича и в качестве под глазурного слоя, маскирующего цвет керамической основы, для изделий художественной керамики.



глазурь

**По составу ангобы разделяются на:**

**глинопесчаные**, состоящие из глины и песка, иногда мела, извести или окрашивающего окисла, которые можно наносить на сырое, а также высушенное, но не обожженное изделие;

**флюсные**, содержащие, помимо глины и песка, материалы, способствующие спеканию или даже оплавлению изделия.

По ангобу иногда наносится прозрачная глазурь, чем увеличивается декоративный эффект ангобирования.



ангоб



*Наружная облицовка куполов и минаретов Главной мечети применение глазурованного фаянса*



Первый опыт применения фарфора в русской архитектуре был осуществлен архитектором Камероном при отделке спальни Екатерины II.

Интерьер Опочивальни украсили двадцать девять произведений Веджвуда. Это необычайно интересная коллекция. Все они с голубым фоном. На первый взгляд это кажется странным, так как Веджвуд изготавливал фаянсовую массу фиолетового цвета, а в Опочивальне колонны лиловые. Но, по-видимому, Камерон выбрал диски именно с голубым фоном.

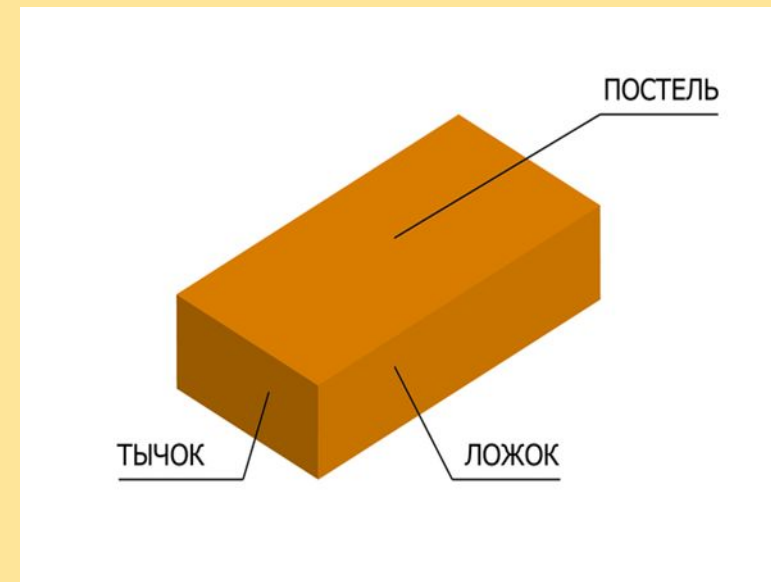


Современные размеры кирпича были узаконены стандартом в 1927 г. В соответствии с ним кирпич выпускают размерами 250x120x65 и 250x120x88.

Масса одного кирпича не должна превышать 4,3 кг. Поэтому утолщенный кирпич обычно выпускают с пустотами. Приняты следующие названия граней кирпича: постель, ложок, тычок. Средняя плотность обыкновенного полнотелого керамического кирпича не должна превышать 1600-1800 кг/м<sup>3</sup>, пористость - 28-35%, водопоглощение – не менее 8%.

Основная характеристика качества кирпича - марка по прочности на сжатие и изгиб. Установлено 8 марок от 75 до 300. По морозостойкости для кирпича установлены четыре марки F15, F25, F35, F50. Стандарт допускает большие отклонения в размерах и форме кирпича из-за большой неравномерной усадки при его изготовлении.

**Обыкновенный керамический кирпич** благодаря достаточно высоким физико-механическим характеристикам широко применяется в современном строительстве для кладки стен, фундаментов, дымовых труб и других конструкций.



Кирпич полусухого прессования нельзя применять для устройства фундаментов и стен влажных помещений. Более индустриальными по технологии изготовления и теплотехническим характеристикам являются **пустотелые керамические кирпичи и блоки** размерами: 250x120x138, 380x120x138, 250x250x138.

Наличие пустот не только снижает массу изделий, но и ускоряет и облегчает процессы сушки и обжига. У них гораздо меньше дефектов, а прочность их такая же, как у полнотелого кирпича. Пустотелыми считают камни, объем пустот у которых составляет более 13%. Форма и размер пустот могут быть различными. Расположение пустот преимущественно вертикальное. Пустотелые камни нельзя применять для кладки конструкций, контактирующих с водой. Замерзание воды, попавшей в пустоты. Может разрушить камень.



## Керамические изделия для наружной облицовки.

Керамические изделия для наружной облицовки фасадов зданий подразделяются на следующие виды:

- кирпич лицевой и профильный, камни керамические фасадные;
- плиты или плитки фасадные;
- фасонные детали для наружных карнизов, тяг, вставок, обрамления проемов.

Все перечисленные виды облицовочных изделий могут изготавливаться глазурованными или неглазурованными.

**Лицевой и профильный кирпич.** Лицевой кирпич применяется для облицовки фасадов зданий без последующего их оштукатуривания или окраски. Лицевой кирпич отличается от обыкновенного строительного кирпича точностью формы, размеров и однородностью окраски. Лицевой кирпич по фактуре бывает глазурованным и неглазурованный, гладким и рельефно обработанным. По форме различают кирпич прямоугольный и профильный. Лицевой кирпич изготавливается сплошным и пустотелым, Марки лицевого кирпича установлены – 100 и 150, морозостойкость Мрз 25–35 в зависимости от долговечности здания.

Лицевой кирпич укладывается на лицевой поверхности кладки одновременно и в перевязку с кирпичом основной части кладки. Такой способ облицовки обеспечивает надежное ее крепление, повышает долговечность и снижает трудоемкость и стоимость отделки.



**Керамическая черепица** - старейший искусственный кровельный материал. Сырьем для черепицы служат кирпичные глины с улучшенным качеством подготовки. Недостатком черепичной кровли является большая масса и трудоемкость укладки.

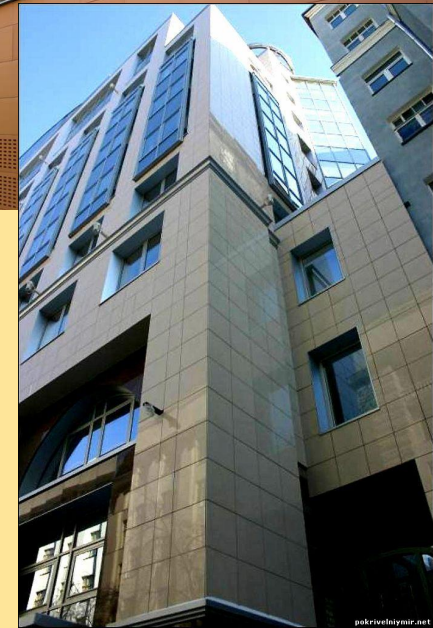
### **Фасадные керамические плитки**

используют для наружной облицовки зданий и подземных сооружений. Их выпускают различных размеров от 65x120 до 600x1200 мм. Тыльная сторона плиток имеет рифление. Крупноразмерные крепят на фасадах при помощи металлических приспособлений.

Один из вариантов таких плит называют керамическим гранитом (фарфоровый «грес», колормасса, плитка из искусственного камня).

*Керамический гранит* по технологии производства относится к тонкой керамике, имеет каменный черепок – аналог фарфору. В отличие от последнего имеет в своем составе цветные оксиды, имитирующие текстуру природного гранита. Относится к новым отделочным строительным материалам – это керамическая плитка, получаемая из специальных глин с добавлением различных минералов методами прессования.

К главным отличительным особенностям керамического гранита относят его высокую износостойкость, низкое водопоглощение, исключительное сопротивление постоянным механическим воздействиям, нейтральность к воздействию кислот и щелочей, морозостойкость.



## Керамические изделия для внутренней облицовки.

**Плитки для полов.** Керамические плитки для полов входят в группу материалов, основным качеством которых является высокая сопротивляемость истирающим воздействиям. Кроме того, они отличаются высокой химической стойкостью. Эти плитки широко применяются для настилки полов в промышленных цехах и лабораториях, в машинных залах, в вестибюлях, на лестничных площадках и в санитарных узлах жилых зданий, а также в общественных и коммунальных зданиях различного назначения – школы, больницы, предприятия пищевой промышленности. Сырьем для производства керамических плиток для полов служат тугоплавкие и огнеупорные глины в смеси с различным количеством полевого шпата, пегматита или других плавней. По цвету окраски плитки бывают одноцветные и многоцветные; к многоцветным плиткам относятся ковровоузорные, мраморные и порфировидные.

Ковровоузорные плитки отличаются большим разнообразием рисунка и в определенном сочетании дают узор, напоминающий собой ковер. Порфировидные плитки по внешнему виду сходны с порфиром. Имеются также плитки с офактуренной поверхностью – шероховатые, рифленые и тисненые. Такие плитки настилаются в душевых, банях, прачечных, а также в местах большого движения людей.



Для мозаичных полов, облицовки стен применяются мелкие керамические плитки – *ковровая мозаика*, которые прочно наклеиваются на листы бумаги (карты) по 250 шт. в виде различных узоров. Размеры мозаичной плитки 23 \* 23 мм и 48 \* 48 мм, толщина – 6 и 8 мм. Карты укладываются на жестких основаниях полов и вдавливаются в цементный раствор до заполнения пор на всю высоту плиток.

Ковровая мозаика позволяет составлять любые рисунки как по разнообразию форм, так и по цвету. Карты керамической мозаики могут быть простые, угловые и фризковые.

Керамические плитки для полов отличаются большой плотностью и сопротивляемостью истиранию. Плитки характеризуется водопоглощением, равным 1–4 %, в зависимости от вида и марки плиток.

Сопротивление истиранию керамических плиток зависит как от состава массы, степени спекания при обжиге, так и от давления при прессовании. Истираемость плиток – 0,18–0,35.

Таким образом, керамические плитки по сопротивляемости истиранию являются одним из лучших материалов для полов.



*Плитки для внутренней облицовки стен.* К этой группе относятся керамические изделия, изготовленные из майоликовой и фаянсовой массы; они используются для облицовки стен в санитарных узлах, ваннных комнатах, душевых, лабораториях, кухнях. Сырьем для производства плиток служат каолин, глина, песок, тальк.

Выпускают самых различных размеров от 70x70 до 330x330. Также выпускают для нее различные доборные элементы - фризы, пояски и т.д.

Плитки имеют пористый черепок и с лицевой стороны покрыты глазурью, которая не только украшает их, но и придает им водо- и химическую стойкость.

Такие плитки используют во влажных помещениях. Их нельзя применять для устройства полов и для наружной отделки.

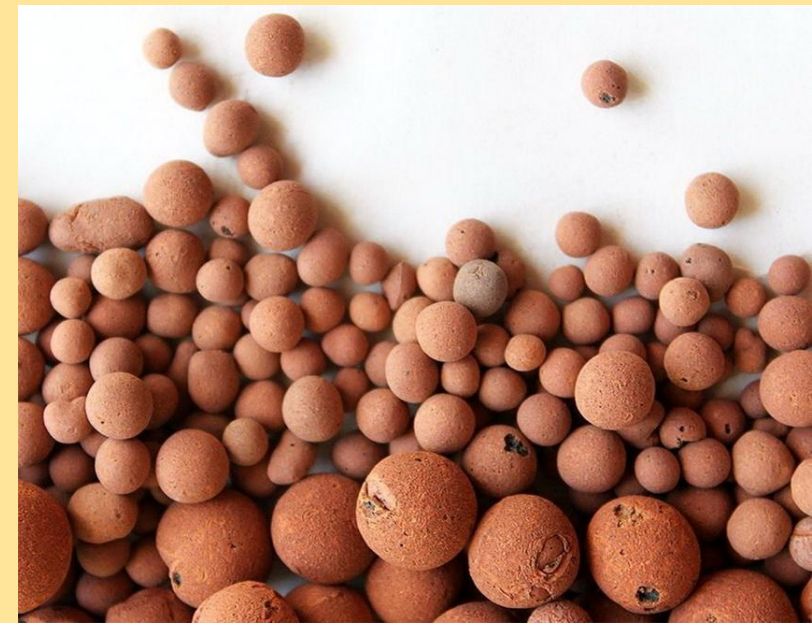


# Керамические пористые заполнители

Основными видами керамических искусственных пористых заполнителей для легких бетонов являются керамзит и аглопорит.

**Керамзит** – легкий пористый материал ячеистого строения в виде гравия, получаемый при обжиге легкоплавких глинистых пород, способных вспучиваться при быстром нагревании до 1050-1300°С. Для увеличения пористости в сырьевую смесь добавляют молотый уголь, опилки. Керамзит так же применяют в качестве теплоизоляционного материала.

**Аглопорит** - представляет собой пористый кусковой материал, получаемый спеканием гранул смеси глинистого сырья с углем. Спекание происходит за счет, выложенные из клинкерного кирпича сгорания угля, содержащегося в сырьевой шихте. Одновременно с выгоранием угля вся масса





## Огнеупорные керамические материалы

Огнеупорные материалы получают по керамической технологии из различных сырьевых компонентов. Их разделяют на огнеупорные (температура размягчения 1580...1770 оС), высокоогнеупорные (1770...2000 оС) и высшей огнеупорности (>2000 оС). В зависимости от химико-минералогического состава огнеупоры могут быть кремнеземистые, алюмосиликатные, магнезиальные, хромитовые, графитовые.

*Кремнеземистые огнеупоры* (основной компонент -  $(\text{SiO}_2)$ ) по строению могут быть стеклообразные (кварцевое стекло) и кристаллические (динасовые огнеупоры). Динасовые огнеупоры получают обжигом при температуре около 900 оС кварцевого сырья (молотый кварцевый песок с добавкой известковой или другой связки) Огнеупорность этих материалов - 1600.1700 оС. Их применяют для устройства сводов стеклоплавильных и стекловаренных печей. Кварцевое стекло хорошо работает при температурах до 1000 оС; при более высоких температурах оно расстекловывается (кристаллизуется) и крошится.

*Алюмосиликатные огнеупоры* делят на три группы: полукислые и шамотные и высокоглиноземистые. Полукислые огнеупоры изготавливают обжигом кварцевых пород на глиняной связке. Огнеупорность этих материалов - 1580.1700 оС. Шамотные огнеупоры получают обжигом смеси шамота и огнеупорной глины. Они отличаются термостойкостью и шлакоустойчивостью. Их огнеупорность составляет до 1500 оС. Высокоглиноземистые огнеупоры содержат более 45% глинозема. Их получают из бокситов. При повышении содержания глинозема до 60% огнеупорность этих материалов может достигать 2000 оС. Применяют их для кладки доменных и стекловаренных печей.



**Санитарно-техническую керамику (раковины, унитазы, трубы) изготавливают из фаянса и фарфора.**

**Фаянс** - тонкая керамика, получаемая из беложгущихся глин (60...65%), кварца(30...35%) и полевого шпата (3...5%).

Отформованное и высушенное изделие дважды подвергают обжигу: первичному, и после нанесения глазури повторному. Глазурирование фаянса необходимо, так как он имеет пористый черепок ( $P=20...25\%$ ) и высокое водопоглощение.

**Фарфор** - изделия тонкой керамики. Его получают так же, как и фаянс, несколько изменяя состав сырьевых компонентов (больше до 20.25% содержание полевых шпатов). Фарфор имеет плотный полностью спекшийся черепок, просвечивающий в тонком слое. Фарфоровые изделия санитарно- технического назначения также покрывают глазурью для придания им гладкости и улучшения санитарно- гигиенических свойств. Керамические санитарно-технические изделия отличаются декоративностью, универсальной химической стойкостью; благодаря твердой и гладкой поверхности они легко чистятся, длительное время сохраняя свои свойства. Недостаток таких изделий, как и керамики в целом, - хрупкость. Но несмотря на это керамика остается лучшим материалом для санитарно- технических изделий.



**Трубы керамические канализационные.** Их изготавливают цилиндрической формы с раструбом на одном и резьбой на другом конце и безраструбные с соединительными муфтами.

Канализационные трубы изготавливают из пластичных тугоплавких глин и покрывают глазурью снаружи и изнутри, что обеспечивает их полную водонепроницаемость, химическую стойкость и высокую пропускную способность. Они рассчитаны на давление 0,2МПа. Длина их составляет 800- 1200 мм, диаметр 150-600 мм.

***Технология изготовления канализационных керамических труб.***

Глину сортируют, освобождают от каменных включений и подвергают грубому помолу. Затем ее подсушивают, измельчают на дезинтеграторах и просеивают. Одновременно на параллельной технологической линии готовят отощающие добавки. Приготовленные исходные сырьевые материалы дозируются по массе и подают в смеситель, туда же подают воду для увлажнения смеси до требуемой консистенции. Готовая формовочная смесь поступает в специальный трубный пресс. Отформованные трубы подвергают искусственной сушке, после чего покрывают снаружи и внутри глазурью и обжигают при температуре 1200 ... 1800 °С в туннельных или керамических печах. Затем изделия принимаются и транспортируются на склад готовой продукции.



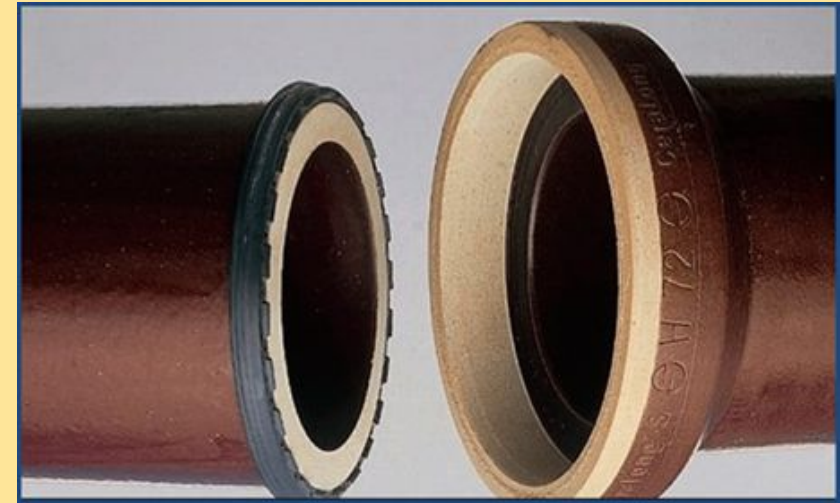
**Трубы керамические дренажные.** Технология изготовления их та же, что и канализационных.

В этих трубах предусматривается с одного конца раструб, а с другого - на внешней стороне резьба. Внешнюю поверхность дренажных труб покрывают глазурью. Раструбные дренажные трубы по всему стволу имеют отверстия, через которые в трубы проникает вода.

Керамическая промышленность освоила производство дренажных труб без раструбов.

Соединение их между собой осуществляют специальными муфтами. Такие трубы имеют высокую надежность при эксплуатации.

Дренажные трубы выпускают диаметром 25 ... 250 и длиной 333 ... 500 мм с толщиной стенок трубы 8 ... 24 мм.



# Материалы и изделия на основе стеклянных расплавов

Стеклом называют аморфные тела, получаемые путем переохлаждения расплавов (без кристаллизации).

У стекла, в отличие от кристаллических тел, отсутствует точка плавления.

При нагревании оно постепенно размягчается вплоть до образования расплава, при охлаждении снова затвердевает.

От оконного стекла отличаются по химическому составу цветные стекла (окрашенные в массу).

Синее стекло содержит кобальт, зеленое – хром, ярко-желтое – кадмий .

Металлы, распределенные в стекле в виде коллоидных частиц, также придают стеклам окраску: золото дает рубиновое (красное) стекло, серебро – золотисто-желтое, селен – розовое, медь – голубое.

Кроме прозрачных стекол, существуют и непрозрачные – глушеные. Для глушения стекла при его получении добавляют плавиковый шпат, криолит, суперфосфат и др.

**Химический состав обыкновенного оконного стекла следующий:**

$\text{SiO}_2$  71-72% (кремнезем - кварцевый песок, основнойоксид),

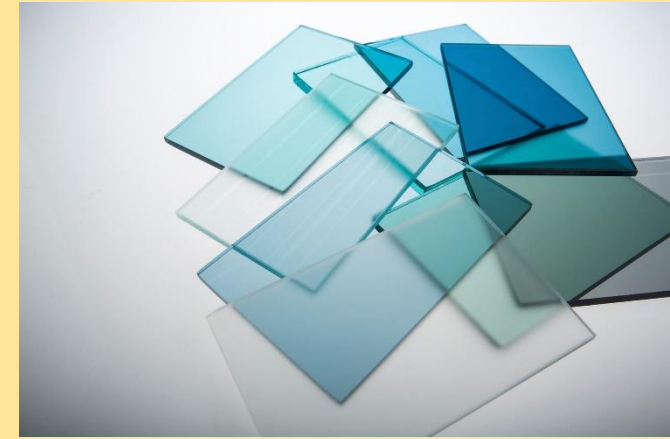
$\text{Na}_2\text{O}$  5-7%, (мел, мрамор, известняк, доломит,магнезит)

$\text{CaO}$  5-7%, (мел, мрамор, известняк, доломит,магнезит)

$\text{MgO}$  3-4%, (мел, мрамор, известняк, доломит,магнезит)

$\text{Al}_2\text{O}_3$  2-3% (глинозем - полевые шпаты или каолин)

$\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,1\%$  - придают стеклу бутылочный цвет.



*Различают листовое стекло и стеклоизделия. Технологический процесс их производства отличается, прежде всего, способом формования. Для листового стекла используется вытягивание и прокатка, для стеклоизделий применяют также формование методами прессования, штамповки, отливки, выдувания.*

**Получение листового стекла складывается из следующих основных операций:**

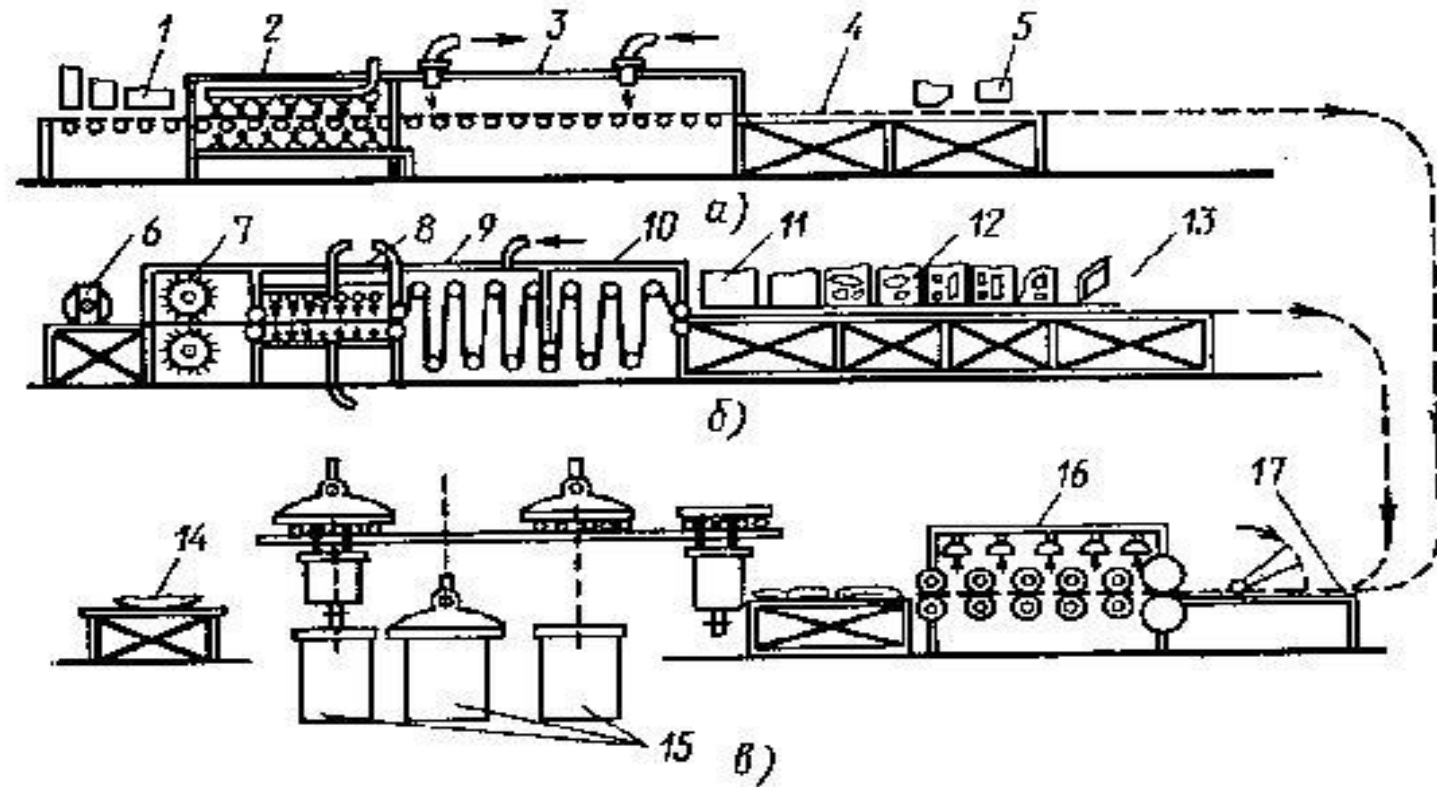
- подготовка сырьевой шихты (дробление и смешивание измельченных компонентов сырья);
- расплавление шихты в стекловаренных печах при температуре около  $1500^{\circ}\text{C}$  и варка до полного выделения газов и осветления стекломассы;
- формования листа путем непрерывного вытягивания ленты и отрезания в конце при остывании листов требуемого размера;
- термическая, механическая или химическая обработка стекла с целью придания ему определенных свойств.

Вытягивание заключается в том, что стекломасса тянется за приставленной к ней рамкой, подхватывается роликами, между которыми и катится постепенно остывающий лист. При прокатке стекломасса выливается в желоб с плоским дном, имеющий ширину листа и прокатывается валиком до требуемой толщины. Прокаткой получают толстое витринное стекло.

К термической обработке стекла относят отжиг и закалку. Отжигу подвергают все виды стекла. Он заключается в медленном охлаждении по заданному режиму с целью снятия внутренних напряжений. Не отожжённое листовое стекло растрескивается при попытке разрезать его на более мелкие листы. Закалка заключается в быстром охлаждении стекла, предварительно подогретого до  $600... 650^{\circ}\text{C}$ . Закаленное стекло выдерживает падение стального шара весом 800 г с высоты одного метра. При разрушении оно дает неострые осколки.

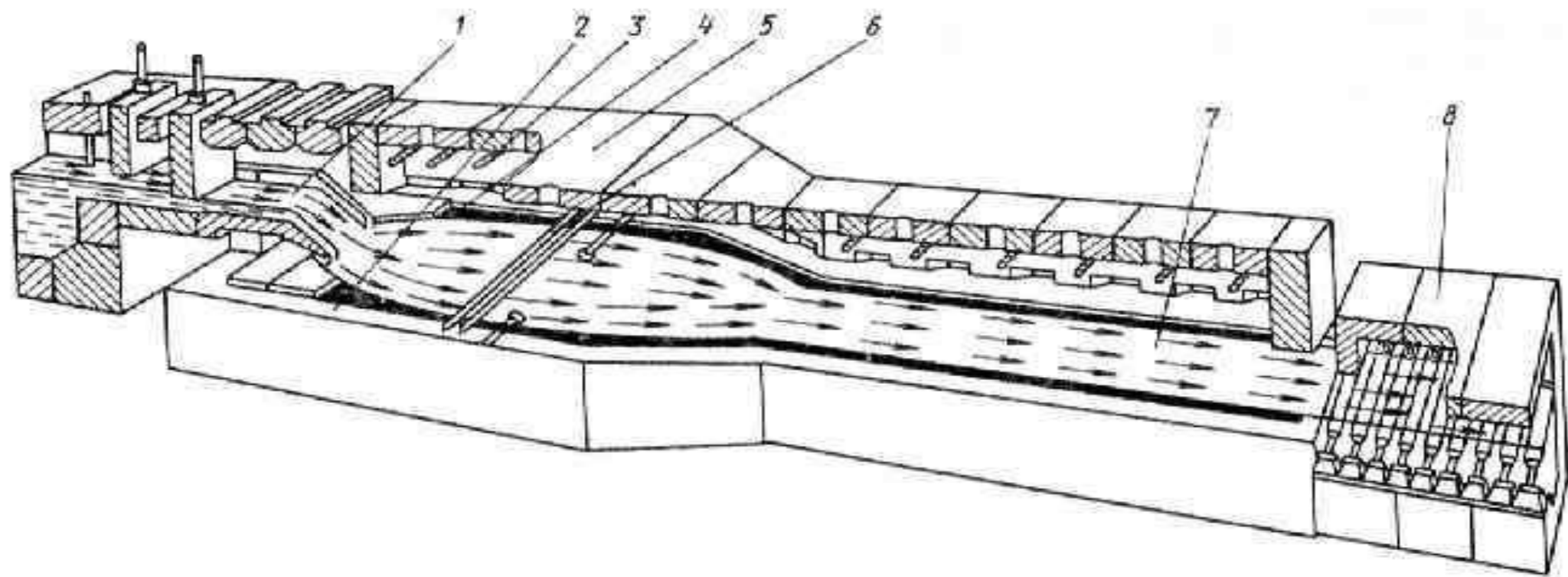
К механической обработке некоторых видов стекла относят шлифовку и полировку. К химической обработке можно отнести, например, травление растворами плавиковой кислоты для создания непрозрачного рисунка на стекле или просто для получения матовой поверхности.

# Технологическая схема производства триплекса



а – подготовка стекла; б – подготовка пленки; в – триплексование  
1 – подача заготовки; 2 – мытье раствором; 3, 9 – сушка воздухом; 4 – резка по шаблонам; 5 – контроль качества стекла перед триплексованием; 6 – размотка рулона; 7 – очистка щетками; 8 – мытье раствором; 10 – нормализация; 11 – резка на полотнища; 12 – вырезка форматов по шаблонам; 13 – контроль качества пленки; 14 – контроль качества продукции; 15 – прессование в автоклаве; 16 – прогрев и сжатие пакетов (вальцевание); 17 – складывание стекол и пленки в пакет (пакертирование)

## Схема формования листового стекла на поверхности расплавленного металла (Флоат-способ)



1 – стекломасса, 2 – ванна расплава, 3 – нагреватели, 4 – олово, 5 – свод ванны, 6 – холодильник, 7 – лента стекла, 8 – печь отжига



# Свойства стекла

**Плотность** обычного строительного силикатного стекла - 2,5 г/см. В зависимости от содержания различных добавок стекла специального назначения имеют плотность от 2,2 до 6,0 г/см.

**Предел прочности при сжатии** стекла может составлять 600-1000 МПа и более. У стекла отсутствуют пластические деформации.

**Хрупкость** является главным недостатком стекла, которое плохо сопротивляется удару. Прочность обычного стекла при ударном изгибе составляет всего 0,2 МПа.

**Оптические свойства** стекол являются их важными свойствами и характеризуются показателями светопропускания (прозрачности), светопреломлением, отражением и рассеиванием. Обычные силикатные стекла пропускают всю видимую часть спектра и практически не пропускают ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.

**Теплопроводность** стекол меняется от состава в пределах 0,5-1,0 Вт/(м·°С). Теплопроводность теплоизоляционных стеклоизделий составляет 0,032-0,14 Вт/(м·°С).

**Теплоемкость** стекол при комнатной температуре составляет 0,63-1,05 кДж/(кг·°С).

**Звукоизолирующая** способность стекла относительно высока. По этому показателю стекло толщиной 1 см соответствует кирпичной стене в пол кирпича - 12 см.

**Химическая стойкость** стекла зависит от его состава. Силикатное стекло обладает высокой химической стойкостью к большинству агрессивных сред за исключением плавиковой и фосфорной кислот.

## Стекланные материалы

**Оконное стекло** производится трех марок: полированное, неполированное улучшенное, неполированное. Оконное стекло производится толщиной от 2,0 до 6,0 мм максимальных размеров в зависимости от толщины от 1000х1600 мм, а минимальных 400х500 мм. Светопропускание оконных стекол 84-89%.

**Витринное стекло** производится двух марок: полированное и неполированное, толщиной 6,5-12 мм и максимальных размеров 3000х6000 мм. Применяется для остекления витрин, витражей и окон общественных зданий. Светопропускание витринных стекол 75-83%.

**Солнцезащитное.** В спектре солнечного света на долю инфракрасных (тепловых) лучей приходится более половины всей солнечной энергии.

Увеличение площади оконных проемов в жилых, административных и культурно- бытовых зданиях, особенно в районах с жарким климатом, требует применения стекол, которые частично или полностью поглощают ИК-часть спектра, чем способствуют защите помещений от вредного воздействия солнечной радиации.

Для достижения этих целей пользуются двумя типами стекол: окрашенными в массе окислами металлов (железа, хрома, вольфрама и др.) и стеклами, на поверхность которых нанесены прозрачные пленки на основе оксида кобальта, препятствующего проникновению части тепловых и световых лучей.

Солнцезащитное стекло предназначено для остекления промышленных и гражданских сооружений, эксплуатируемых в районах с повышенной инсоляцией, т.е. освещением солнечными лучами.

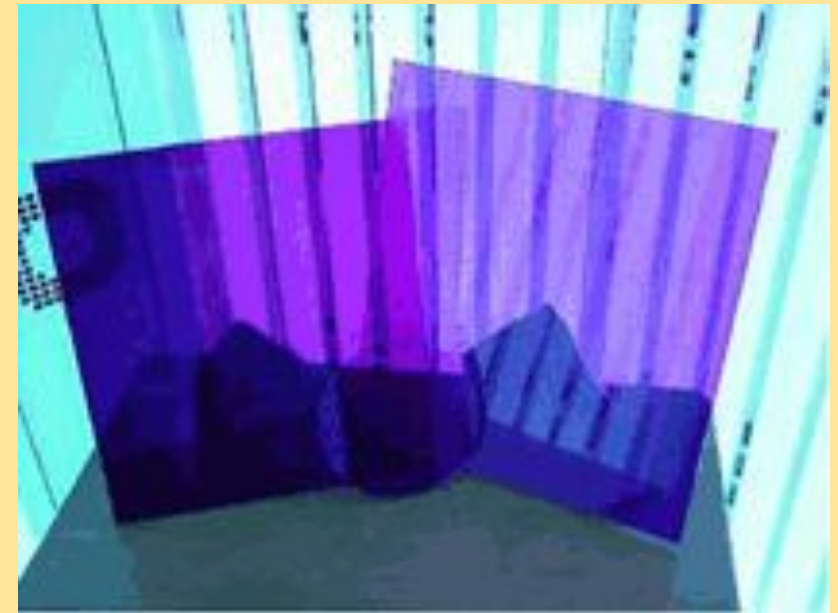
Основной областью использования солнцезащитных стекол являются здания, рассчитанные на длительное пребывание людей (производственные помещения, школы, лечебно- оздоровительные учреждения).

Особенно эффективно применение теплозащитного стекла в зданиях с кондиционированными устройствами, так как в этом случае экономится электроэнергия, идущая на кондиционирование воздуха.



**Увиолевое.** Ультрафиолетовые лучи благотворно действуют на развитие жизнедеятельности человека, животных и растений. Эти лучи получили название *биологических* (лучи жизни). Обычное оконное стекло поглощает эту область спектра, однако специально приготовленные стекла могут пропускать биологически активную часть солнечного спектра. Такие стекла носят название *увиолевых*. Они способны пропускать от 25 до 75 % УФ-лучей. Их изготавливают из химически чистых материалов, не содержащих окислов железа. Применяют увиолевые стекла для остекления лечебных и детских учреждений, школ, санаториев, оранжерей. Со временем увиолевое стекло «старее», т.е. постепенно желтеет и у него снижается способность пропускать УФ-лучи.

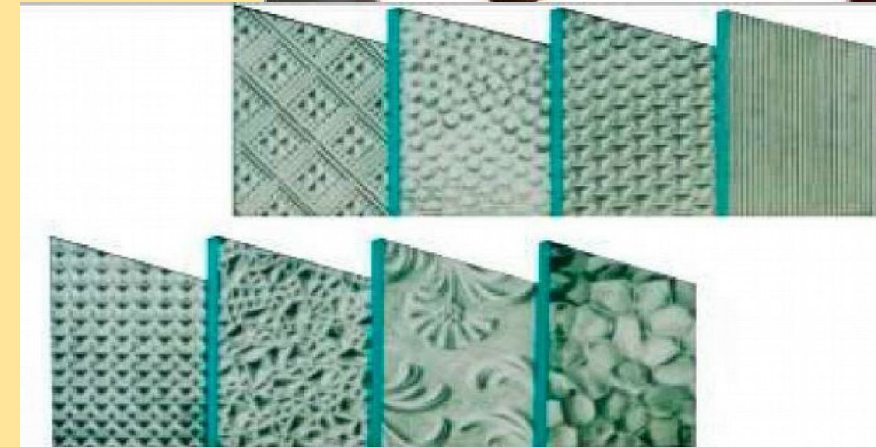
**Стекло, поглощающее ультрафиолетовые лучи.** Для некоторых помещений необходима защита от УФ-лучей. Стремление защитить от их воздействия бумагу, ткани, пергамент, лаки, краски и тому подобные материалы часто приводит к необходимости проектировать здания библиотек, музеев, архивов и картинных галерей с минимальными площадями остекления или вообще без светопроемов. В то же время освещение естественным светом является необходимым условием для работы этих учреждений. В этих случаях светопроемы должны заполняться стеклами, поглощающими ультрафиолетовое и коротковолновое излучение солнечного спектра при высоком общем пропускании видимого света. Стекла такого типа содержат в своем составе оксиды свинца, церия и ванадия или имеют окисно-металлическое покрытие, в состав которого входят оксиды железа, кобальта, хрома, меди.



**Зеркальное стекло** обрабатывается шлифованием и полировкой с устройством амальгамы слоя серебра с внутренней стороны, оно обладает минимальными оптическими искажениями.

Зеркальное стекло изготавливается толщиной от 4 мм и выше (в особых случаях – до 40 мм), для варки его применяют высококачественные материалы, поэтому оно обладает и более высоким светопропусканием, чем обычное оконное стекло; применяется главным образом для остекления окон и дверей в общественных зданиях, витрин и для изготовления зеркал.

**Прокатное узорчатое стекло** имеет рельефную поверхность, получаемую путем прокатки между двумя валками, один из которых рифленый; вырабатывается как бесцветное, так и цветное; применяется в тех случаях, когда требуется получить рассеянный свет.



Можно его изготавливать, обрабатывая гладкую поверхность пескоструйным аппаратом, травлением, гравированием. Для получения на стекле прозрачного рисунка делают шаблон из плотной бумаги, который наклеивают на стекло и обрабатывают пескоструйным аппаратом. Шаблон предохраняет гладкое стекло от песчаной струи, оставляя под собой прозрачную поверхность и обеспечивая на открытой поверхности нужный рисунок.

Разновидностью узорчатого стекла является *морозовидное* (имитация морозного узора). Его получают травлением поверхности плавиковой кислотой либо нанесением на матовую поверхность кистью тонкого слоя столярного клея. Когда клей застывает, стекло ставят возле отопительного прибора или выносят на солнце. Стекло при нагреве расширяется, а клей, высыхая, сжимается и отрывается от поверхности с тонкой пленкой стекла, придавая изделию причудливые рисунки. Необычайной игрой красок отличается стекло «Метелица»



## *Защитное стекло*

**Армированное.** Имеет внутри квадратную сварную или шестигранную плетеную сетку из мягкой термически обработанной проволоки. Оно изготавливается с коваными поверхностями. Толщина листа 5-6 мм. Армированное стекло безопасно, так как при механическом и термическом разрушении листа отдельные куски удерживаются сеткой. Однако присутствие металлической сетки делает стекло менее прозрачным по сравнению с аналогичным стеклом без сетки.

Применяется для ограждения балконов, лоджий, декоративных светопрозрачных плафонов, фонарей верхнего света, проемов лестничных клеток и других помещений, где необходима повышенная огнестойкость, и в местах, требующих защиты от попадания осколков стекла.



**Закаленное.** Представляет собой стекло, подвергнутое специальной термообработке - закалке, в результате которой в объеме стекла возникают равномерно распределенные внутренние напряжения, повышающие механическую прочность стекла и обеспечивающие особый (безопасный) характер его разрушения. Так, прочность при изгибе закаленного стекла может достигать 250 МПа, что в 5-7 раз выше, чем у обычного листового стекла.

При разрушении закаленное стекло моментально и полностью распадается на мелкие, почти безопасные осколки с неострыми краями. Такое стекло способно выдерживать высокие перепады температур (от  $-70$  до  $+250^{\circ}\text{C}$ ). Благодаря этому свойству закаленное стекло широко применяется в противопожарном остеклении.

Закаленное стекло устойчиво к значительной разнице температур внутри помещения и снаружи. Это свойство ценно в климатических условиях Российской Федерации, где температура воздуха зимой может достигать  $-30^{\circ}\text{C}$ , а в помещении  $+30^{\circ}\text{C}$ .

Долгое время закаленное стекло применялось, главным образом, для остекления транспортных средств, но и в строительстве оно широко используется в последнее время, так как относится к разряду безопасных. Так, в Западной Европе при остеклении зданий выше пятого этажа применение закаленного стекла является обязательным.

Оно используется для устройства интерьерных и фасадных светопрозрачных конструкций с повышенными требованиями к безопасности: остекления лоджий, балконов, куполов и световых фонарей зданий различного назначения, ограждения эскалаторов, автомагистралей и др.

Часто оно применяется в виде стеклянных полотен дверных проемов, прозрачных неподвижных перегородок и панелей, покрытых цветными прозрачными пленками и керамическими красками. Закаленное стекло рационально применять в тех случаях, когда требуется повышенная механическая прочность или термическая стойкость.

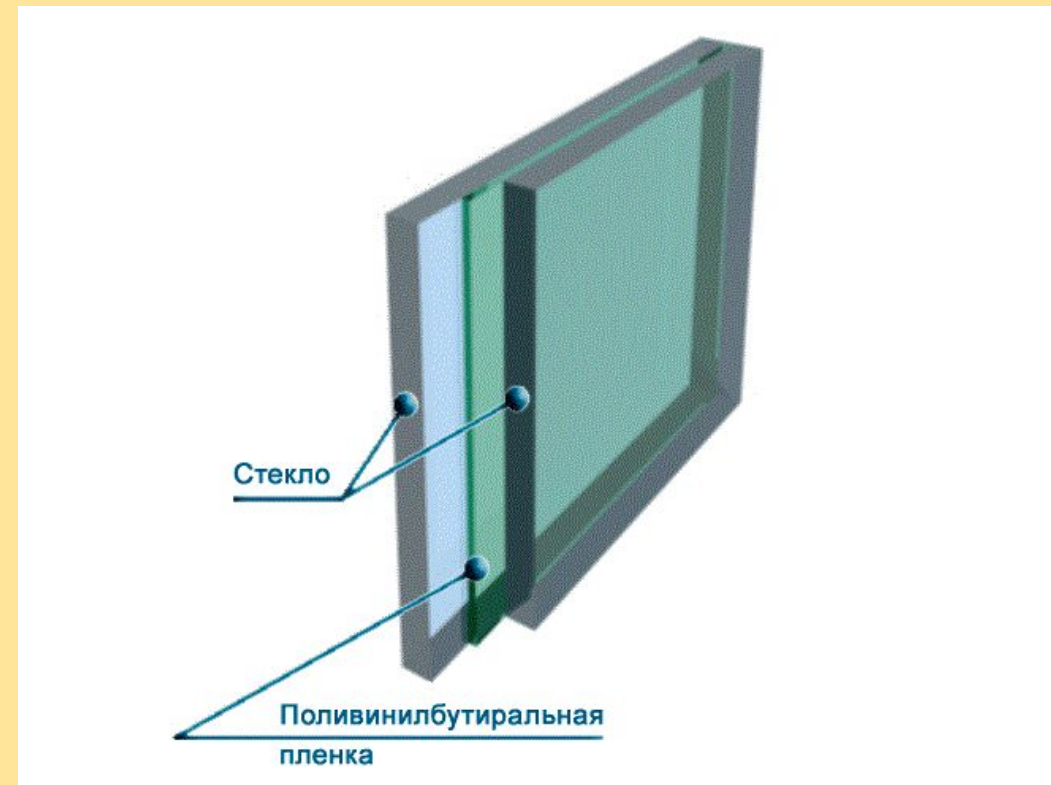
Его нельзя резать, сверлить и подвергать другим видам механической обработки. Светопрозрачность закаленного стекла такая же, как и стекла до закалки.





**Многослойное (триплекс).** Наряду с закаленным, относится к разряду безопасных стекол. Для его изготовления используется силикатное стекло, два листа которого склеиваются между собой прозрачным органическим веществом (поливинилбутиральной пленкой), помещаемым между стеклами, и спрессовываются при давлении 2 МПа и температуре 50°C .

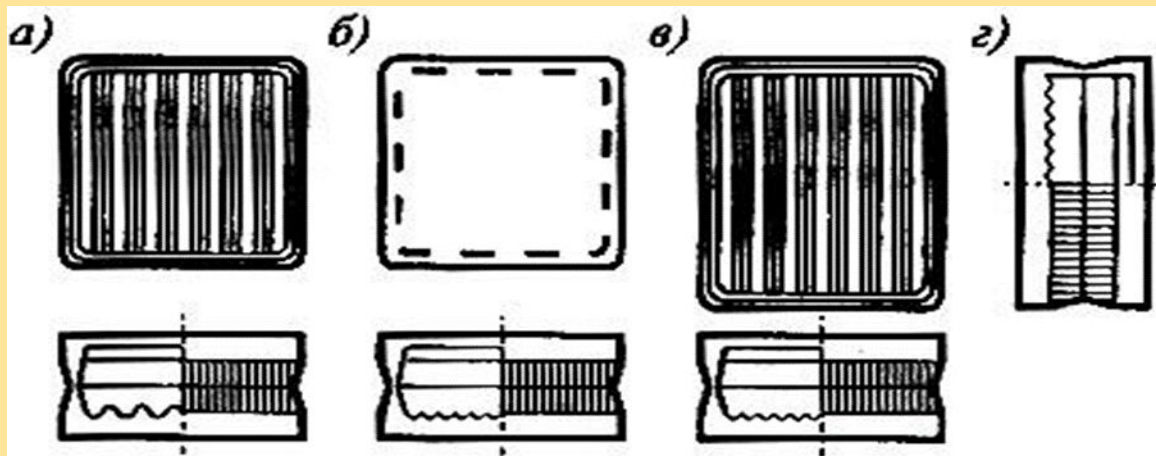
При ударе растрескивается и не дает осколков, так как последние удерживаются пленкой. Дополнительно высокая прочность поливинилбутиральной пленки устраняет возможность сквозного пробоя, поэтому даже в случае разрушения стекла человек не может выпасть наружу. Применяется в остеклении транспортных средств, в последнее время - в остеклении высотных зданий. Цветной триплекс используется для витражей.



# Светопрозрачные изделия

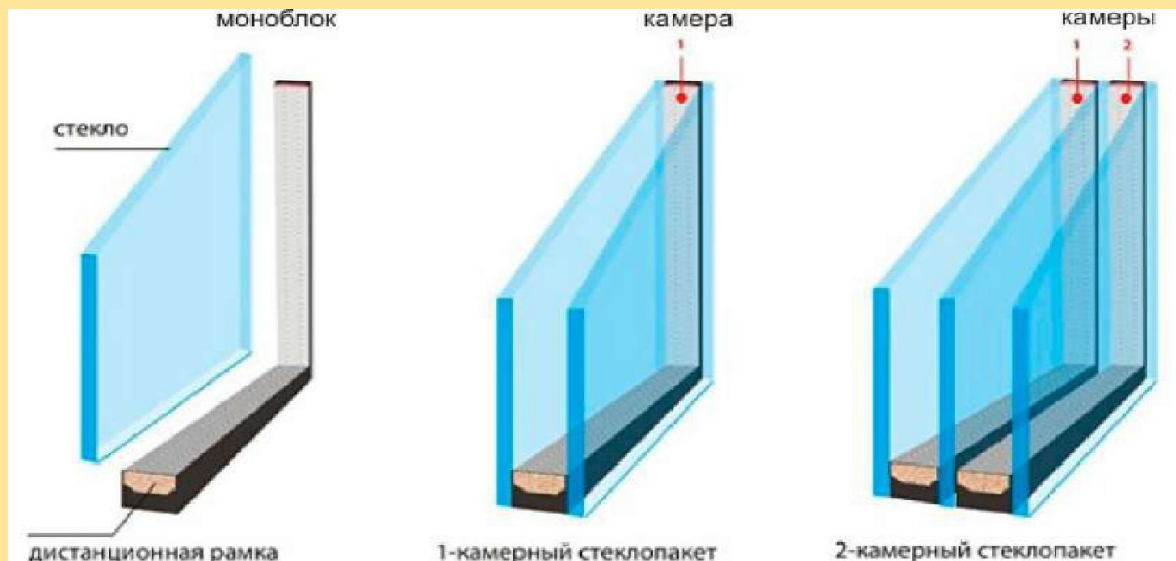
**Блоки стеклянные пустотелые** применяются для устройства наружных и внутренних ограждений, которые помимо хорошей светопропускающей способности имеют хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства. Стеклоблоки представляют герметически закрытые полые стеклянные коробки с гладкими наружными и ребристыми внутренними поверхностями. Ребра и призмы на внутренней поверхности препятствуют прямой видимости через блок. Светопропускание стеклоблоков в зависимости от их вида меняется в пределах 30-55%. Стеклоблоки имеют: термостойкость - 40 °С, предел прочности при сжатии 1,5 МПа и сопротивление удару 0,8-0,9 Дж.

**Профильное стекло (стеклопрофилит)** представляет собой погонажные длинномерные светопрозрачные изделия, применяемые для устройства светопрозрачных ограждений и самонесущих стен, внутренних перегородок и прозрачных плоских кровель в зданиях различного типа. Профильное стекло изготавливается открытого (швеллерное, ребристое и т.д.) и замкнутого (коробчатое, овальное, треугольное и т.д.) сечений, неармированное и армированное, бесцветное и цветное, а также с аэрозольным оксидно-металлическим покрытием. Светопропускание стеклопрофилита - 73-82%, теплопроводность - 0,76 Вт/(м·°С), термостойкость - 70 °С.



**Стеклопакеты** - изделия, состоящие из двух или более листов светопропускающего стекла, соединенные между собой по контуру таким образом, что между ними образуются герметически замкнутые прослойки, заполненные сухим воздухом или другим газом. Они применяются для остекления окон и дверей, витрин, зенитных фонарей зданий различного назначения. Стеклопакетное остекление обладает хорошей тепло- и звукоизолирующей способностью, не запотеваает и не нуждается в протирке внутренних поверхностей.

**Трубы стеклянные и фасонные части к ним** применяются для напорных, безнапорных и вакуумных трубопроводов, используемых для транспортировки жидких, газообразных и твердых веществ с различными физико-химическими свойствами (за исключением плавиковой кислоты) при температуре от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Стеклянные трубы производятся диаметром условного прохода от 40 до 200 мм и длиной от 1500 до 3000 мм. Основными недостатками стеклянных труб является хрупкость и невысокая термостойкость (около  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



## **Облицовочные изделия**

**Цветное листовое стекло** изготавливается на основе обычного и термоупрочненного стекла. Окраска поверхности осуществляется электрохимическим способом. Листы главным образом бронзового цвета имеют светопропускание 1,5-2%. Применяются для декоративного остекления окон, дверей, перегородок, мебели, изготовления витражей и светильников.

**Плитки стеклянные облицовочные коврово-мозаичные и ковры** из них являются одним из наиболее эффективных облицовочных материалов. Они долговечны, обладают морозостойкостью и гигиеничностью, надежно защищает фасады стен зданий от воздействия внешней среды. Выпускаются размерами 21x21x5 и 46x46x5 мм.

**Смальта** представляет собой кусочки глушеного цветного стекла неправильной формы размером до 20 мм, изготовленные литьем стекломассы или прессованные из стеклянного порошка и используемые для отделки фасадов, изготовления мозаичных панно, художественных и декоративных композиций на фасадах зданий или в интерьерах.



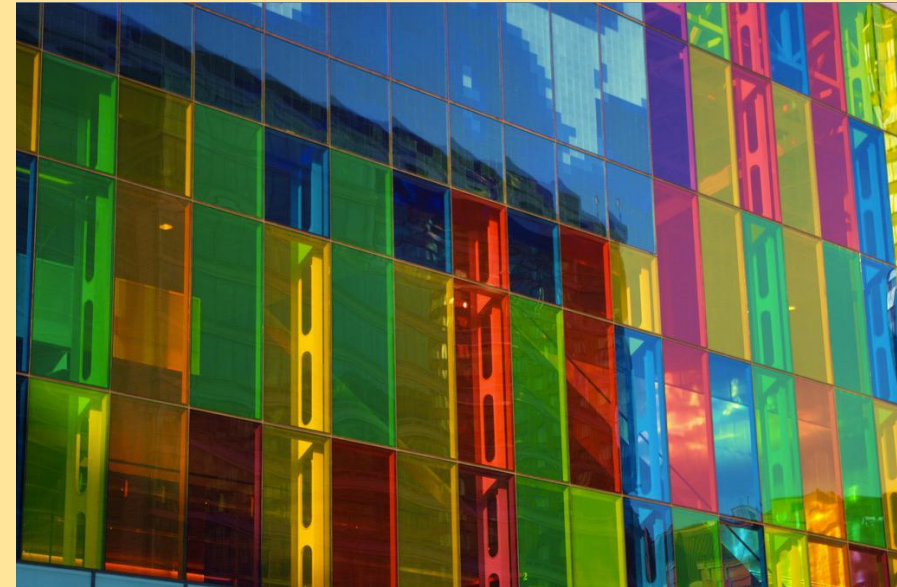
**Стемалит.** Представляет собой неполированное листовое стекло толщиной 6 мм, покрытое цветной эмалевой краской с тыльной стороны и прошедшее закалку (термообработку).

Само название *стемалит* включает слова «стекло» и «эмаль», что подчеркивает конструктивную особенность данного материала. Термообработка обеспечивает прочное сцепление краски с поверхностью стекла. Стемалит является долговечным и эффективным отделочным материалом. Он обладает высокой свето-, тепло- и морозостойкостью, влагонепроницаемостью, повышенной механической прочностью, хорошими декоративными качествами, цветоустойчивостью, относительно невысокой стоимостью и отвечает общестроительным требованиям. Эти качества определили успех стемалита у архитекторов и строителей.

Стемалит может с успехом применяться для внутренней облицовки на предприятиях пищевой и химической промышленности, торговли, для облицовки лестничных клеток, лечебных и административных сооружений, в фасадной облицовке.

Наиболее часто и в широких масштабах стемалит используется в наружной облицовке глухих участков навесных панелей, так называемых стен-экранов многоэтажных каркасных зданий. Такая панель состоит из 3-4 слоев различных по своим свойствам и назначению материалов, склеенных специальной мастикой или клеем. Листовое декоративное стекло широко применяется при возведении общественных зданий. Наружный лицевой слой панели выполняют из закаленного стемалита с гладкой или узорчатой поверхностью. Внутри панели располагается слой утеплителя (пеностекла, жестких стекловолоконистых плит или их комбинации).

Здания такой конструкции в большом количестве проектируются и возводятся в крупных городах Российской Федерации и всего мира. Их появление связано с экономическими соображениями и техническими решениями, используемыми в современном строительстве. Такие стены-экраны обеспечивают снижение массы конструкции, их высокую долговечность и минимальные эксплуатационные затраты.



**Марблит** - облицовочное утолщенное плоское глушеное цветное стекло разнообразной окраски. Этот вид непрозрачного окрашенного по массе листового стекла имеет высокую механическую прочность, долговечность и широкие декоративные возможности.

Наружная сторона марблита может быть полированной, узорчатой и необработанной - шероховатой. Тыльная сторона имеет рифления для лучшего закрепления листа при облицовке.

Марблит может выпускаться разнообразных цветов (молочно-белый, черный, красный, желтый, кремовый, салатный, синий, голубой, фиолетовый, серый, коричневый, мраморовидный и т.д.) в виде облицовочных плиток или панелей толщиной 6-7 мм.

Из марблита изготавливают также уголки, желоба, профилированные элементы, плинтусы и другие строительные детали. По своим механическим свойствам марблит близок к обычному строительному стеклу.

Марблит с успехом используется для отделки лечебных помещений, предприятий общественного питания и пищевой промышленности, в облицовке санузлов и лестничных клеток, предприятий химической промышленности.

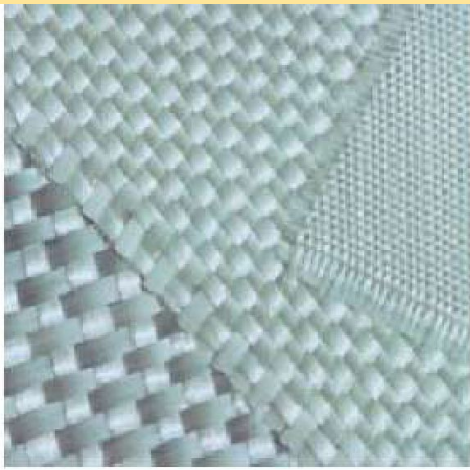
Плитки и панели из марблита могут применяться и для наружной облицовки зданий.

Большая гамма цветов, долговечность и простота очистки позволяют при минимальных эксплуатационных расходах создать высококачественную и выразительную отделку элементов фасада.



**Стекловолокно** получают продавливанием стекляного расплава через тончайшие фильеры (отверстия) с последующей вытяжкой Диаметр волокна 3- 100 мкм, длина до 20 км. Применяют стекловолокно для изготовления стеклоткани и стекловолокна, используемого для армирования при производстве стеклопластиков или основы для рулонных кровельных материалов.

**Пеностекло** - эффективный теплоизоляционный материал. Его получают из вспученного в момент нахождения в расплавленном состоянии стекла. В затвердевшем виде оно напоминает вулканическую пемзу. В промышленных масштабах его выпускают в виде блоков и в виде гранул.





**Ситаллы** - стеклокристаллические материалы, получаемые направленной частичной кристаллизацией стекол. Структура ситаллов напоминает бетон, где заполнителем являются кристаллы, а вяжущим стекло. Доля стеклофазы в ситаллах составляет 20- 40%. Сырье для ситаллов такое же, как и для стекла, но дополнительно вводятся модификаторы для частичной кристаллизации. Ситаллы характеризуются высокой прочностью ( $R_{сж} = 300- 600\text{МПа}$ ) и износостойкостью. Ситаллы используют в химической промышленности и гидротехнике.

**Шлакоситаллы** - это ситаллы на основе шлаков. Принципиально они не отличаются от технических ситаллов, поскольку для получения тех и других применяют одни и те же методы. Однако в общей проблеме стекла кристаллических материалов шлакоситаллы занимают особое место, определяемое возможными масштабами производства и дешевизной.

Впервые шлакоситаллы были синтезированы в 1959 г. в СССР путем кристаллизации шлакового стекла. Их получение представляет собой один из наиболее радикальных и экономических способов утилизации промышленных отходов, позволяющих получить дешевый конструкционный строительный материал.

Для производства шлакоситаллов имеется неограниченная сырьевая база в виде металлургических шлаков, используемых в огненно-жидком и гранулированном состоянии, а также золы от сжигания каменного угля и другие отходы силикатного происхождения.

Шлакоситаллы обладают высокой механической прочностью, превышающей прочность исходного стекла. Они имеют более высокие механические, термические и химические свойства, чем у многих других материалов. По прочности при сжатии они конкурируют с чугуном, алюминием и сталью. Прочность на изгиб у них больше, чем у стекла, фарфора, керамики, природного камня и приближается к прочности чугуна.

Вместе с тем шлакоситалл в 3 раза легче последнего, и его хрупкость несколько ниже, чем у стекла.

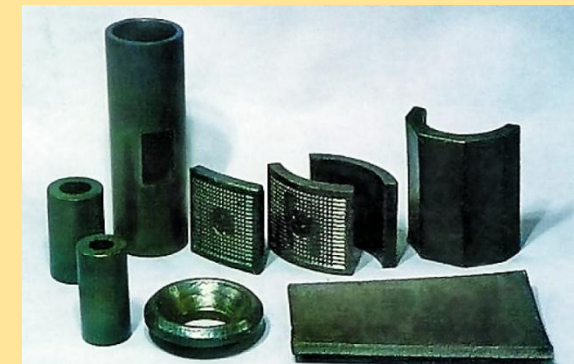
Мелкозернистая плотная структура шлакоситалла определяет его высокое сопротивление истиранию. Кроме того, он морозостоек, так как имеет практически нулевое водопоглощение.



Ситаллы и шлакоситаллы являются весьма перспективными материалами для применения в жилищном и промышленном строительстве в виде больших стеновых панелей-перегородок размером 3x10 м и несущих конструктивных элементов. Высокая прочность, легкость и огнестойкость обеспечивают им широкое применение в качестве облицовочного материала (под мрамор). Из шлакоситаллов рекомендуется изготавливать навесные самонесущие панели наружных стен зданий, перегородки, плиты и блоки для внутренней облицовки стен, мощения дорог и тротуаров, оконные коробки, ограждения балконов, лестничные марши, волнистую кровлю, санитарно-техническое оборудование, защитные износостойкие элементы и другие строительные детали. Листовой ситалл и панели можно армировать металлом и покрывать керамическими красками с одной или обеих сторон. Цветной ситалл находит применение для изготовления архитектурных панелей, декоративных плиток для облицовки станций метро, крупногабаритной мозаики для площадей, цветных дорожных панелей для тротуаров, цветных скульптур.

### *Каменное литье*

Из горных и металлургических шлаков методом плавления (1400-1500 С) и литья можно получить разнообразные строительные материалы. Исходным сырьем являются магматические (базальт, диабаз), осадочные (доломит, известняк, песок) горные породы и шлаки. Свойства каменного литья превосходят природные каменные материалы. Плотность каменного литья - 2700-3000 кг/м<sup>3</sup>; пористость - не более 1-2%, что обеспечивает практически нулевое водопоглощение и высочайшую морозостойкость. Прочность при сжатии составляет 200-250 МПа, твердость 6-7 по шкале Мооса. Для каменного литья характерна высокая химическая стойкость. Применяется каменное литье для облицовки конструкций, работающих в агрессивных средах, подвергающихся многократному замораживанию и оттаиванию, интенсивному истиранию. Основными видами каменного литья являются облицовочные плитки, брусчатка для мощения дорог, мелющие тела и облицовки для мельниц, трубы. Диэлектрические свойства каменного литья используют для производства изоляторов. Каменное литье светлых тонов используют для облицовки зданий и изготовления архитектурных деталей.



**Стеклофибробетон.** Это цементный бетон, армированный фибрами из стекловолокна, дисперсно распределенными в его объеме. Благодаря армированию появляется возможность изготовления тонкостенных изделий, отличающихся малой массой, простотой обработки, низкими затратами на монтаж и транспортировку.

Стеклофибробетон отличается высокой прочностью при сжатии и ударе, которая в 10-15 раз больше тех же показателей для обычного бетона, и повышенной прочностью при изгибе и растяжении в 4-5 раз.

В настоящее время накоплен значительный опыт использования стеклофибробетона при изготовлении архитектурных и конструктивных элементов для строительства и отделки зданий, подземных сооружений, благоустройства территорий и создании малых архитектурных форм. Линейные размеры готовых стандартных изделий из стеклофибробетона могут составлять от 3 до 15 м.

При этом строительство заключается либо в установке одной готовой секции, либо в стыковке нескольких секций между собой, что значительно сокращает процесс по времени.

В жилищном строительстве из стеклофибробетона изготавливаются трехслойные стеновые панели, ограждения лоджий и балконов, козырьки входов, ванны, различные плиты пространственного перекрытия.

Технические характеристики материала позволяют изготавливать из него различные варианты кровли: прямолинейные и криволинейные элементы складок, черепицу. Все это благодаря тому, что материал при малой толщине обладает значительной прочностью и небольшой массой.

Стеклофибробетон является идеальным материалом для изготовления элементов парапетов, шумозащитных ограждений мостов.



**Стеклопластики.** Представляют собой композиционные конструкционные материалы, состоящие из армирующего стекловолокна и синтетического связующего. Они имеют высокую прочность при относительно низкой плотности, обладают радиопрозрачностью (пропускают волны сантиметрового диапазона), очень высокими электроизоляционными характеристиками, коррозионной стойкостью.



В строительстве стеклопластики используются в виде плоских и гофрированных листов, окрашенных и неокрашенных. Плоские листы используются в основном для изготовления клееных трехслойных панелей. Гофрированные применяют в качестве ограждений промышленных зданий, теплиц, оранжерей, покрытий стадионов и т.п. Листовые стеклопластики обеспечивают достаточную освещенность помещения, занимая небольшую (до 15 %) площадь ограждений.

Особенно эффективно применяются стеклопластики в покрытиях одноэтажных промышленных зданий большой ширины и фонарях верхнего света.

**Витражи.** В переводе с французского - застекление, вставка стекол.

Художественные витражи - это картины или орнаментальные композиции, выполненные из цветного стекла или другого материала, пропускающего свет.

Витражи используются в декоративных целях, главным образом, как заполнители оконных и дверных проемов, перегородок, либо в качестве специально выполненных на стенах художественных панно, имитирующих естественный или искусственный подсвет.

Художественный витраж представляет собой декоративное остекление в свинцовой пайке (оправе) в виде филенок, составленных из мелких кусков стекла разной конфигурации, цвета и смонтированных по эскизу в тонкий свинцовый переплет. Витражи применяют в основном для оформления интерьеров культурно-бытовых зданий (клубов, дворцов культуры, детсадов, выставочных павильонов). Они отражают характер и назначение сооружения и дополняют его художественный образ, создавая многоцветные световые эффекты благодаря проходящему сквозь них свету.

