**Содержание**

1. Исторические сведения о возникновении керамических материалов

Изготовление фарфора в Китае и Европе. Начало производства огнеупорных изделий, развитие технологии огнеупоров.

2 Область применения

3 Техническая керамика

4 Современное состояние технологии керамических материалов.

5 Производство керамических материалов и изделий в Казахстане,

СНГ и за рубежом

6 Классификация керамических материалов

7 Основные физико-химические свойства керамических материалов.

8 Микроструктура керамики

9 Сырьевые материалы, применяемые в технологии керамики:

глины и глинистые породы, полевые шпаты, каолин, отощающие добавки и плавни.

10 Керамические материалы. Добавки. Их характеристика. Общая схема технологических этапов производства керамических материалов и ее характеристика. Основные технологические схемы производства различных видов керамики: керамического кирпича, камней, искусственных пористых заполнителей, керамической облицовочной плитки, огнеупорных материалов и изделий, технической керамики. Добавки. Их характеристика.

11 Общая схема технологических этапов производства керамических материалов и ее характеристика.

12 Основные технологические схемы производства различных видов керамики: керамического кирпича, камней, искусственных пористых заполнителей, керамической облицовочной плитки, огнеупорных материалов и изделий, технической керамики.

13 Производство и применение стеновых изделий

14 Производство и применение облицовочных изделий

15 Огнеупоры. Классификация. Сырьевые материалы для производства огнеупоров. Основы технологии.

16 Искусственные пористые заполнители, основы технологии производства, основные виды и свойства легких заполнителей.

17 Сухой, пластический и шликерный способы производства

керамзита.

18 Основы технологии аглопорита.

19 Свойства аглопорита.

20 Керамическая фасадная плитка и ее классификация

21 Основы технологии производства керамической плитки

керамический материал технология

**1 Исторические сведения о возникновении**

Слово «керамика» произошло от греческого «Keramos», что означает «глина». «Керамика» обозначает изделия из смесей глин, песка и других природных материалов. После приготовления смеси придается нужная форма, после чего заготовки обжигаются при высокой температуре. Керамика - это и один из самых современных и передовых материалов, специальные керамические материалы получают все более широкое распространение в строительстве, электронной промышленности, машиностроении, ядерной энергетике. Керамика также один из самых древних отделочных материалов.

В каждой стране, в каждой культуре существовали свои особые гончарные массы, техники глазурования и росписи. Производство керамических изделий из обожженной цветной глины с крупнопористым черепком, покрытых глазурью, существовало уже несколько тысячелетий назад в Египте, Вавилоне и других странах Древнего Востока. В средневековье данная техника проникла из стран Средней, Центральной и Передней Азии в Европу.

Египтяне раньше других народов средиземного бассейна развили свою керамику. Одним из древнейших производств в Египте было гончарное: глиняные горшки из грубой, плохо перемешенной глины.

Древнейшие египетские кирпичи, желтого цвета, найдены в пирамидах Мемфиса; они высушены на солнце, но все-таки хорошо сохранились. Кроме них, были черные кирпичи из смеси глины с рубленой соломой. Обоженые кирпичи появились около 2800 лет до нашей эры. Позднее на кирпичах для пирамид выдавливалось рельефом имя фараона посредством деревянного штампа. Цвет керамики зависел от сорта глины, облицовки (ангоба) и обжига. Для ее изготовления употребляли глину в основном двух сортов: коричнево-серого цвета с довольно большим количеством примесей (органических, железистых и песка), которая при обжиге приобретала коричнево-красный цвет, и серую известковую почти без органических примесей, приобретающую после обжига разные оттенки серого цвета, бурую и желтоватую окраску. Первый сорт глины встречается повсюду в долине и Дельте Нила, второй - лишь в немногих местах, прежде всего в современных центрах гончарного производства - в Кенне и Белласе.

**Изготовление фарфора в Китае и Европе**

Фарфор изобрели китайцы. Для англоязычного населения земли фарфор и Китай – близнецы братья. Можно сказать, что фарфор является вершиной традиционного прикладного искусства Китая.

Более тысячи лет назад в Китае пили из нефритовых чашек. Они были очень дороги. После долгих лет поисков и многих неудач китайские гончары сделали материал, который превзошел нефрит своими качествами, оказался доступнее и легче в обработке. Это был фарфор. Еще долго его называли «подражание нефриту». «Китайский секрет», во многом, был секретом сырья. В провинции Цзянси оказались огромные запасы «фарфорового камня» , горной породы, состоящей из кваоца и слюды. Фарфоровую массу делали из брикетированного порошка «фарфорового камня» и каолина, придававшего изделию белизну. Массу «вылеживали» не один десяток лет, чтобы она приобрела пластичность.

Первыми известными изделиями из **китайского фарфора** были стройные вытянутые сосуды с полированной поверхностью, голубые и особенно ценные бледно-зеленые вазы с рельефным орнаментом, которые в Европе получили название селадон.

**Начало производства огнеупорных изделий, развитие технологии огнеупоров**

**Огнеупорные материалы** –это материалы применяемые для проведения металлургических процессов (плавка, отжиг, обжиг, испарение и дистилляция), конструирования печей, высокотемпературных агрегатов (реакторы, двигатели, конструкционные элементы и др).

Огнеупорные материалы отличаются повышенной прочностью при высоких температурах, химической инертностью. По составу огнеупорные материалы это керамические смеси тугоплавких оксидов, силикатов, карбидов, нитридов, боридов. В качестве огнеупорного материала применяется углерод (кокс, графит). В основном это неметаллические материалы, обладающие огнеупорностью не ниже 1580°C, применяются практически везде где требуется ведение какого-либо процесса при высоких температурах.

Огнеупоры подразделяются на формованные (изделия) и неформованные (порошки, мертели и т. д.), также их классифицируют по следующим признакам:

– огнеупорность

– пористость

– химико-минеральный состав

– область применения

**Классификация по огнеупорности**

– огнеупорные (огнеупорность от 1580 до 1770 ° С)

– высокоогнеупорные (от 1770 до 2000 ° С)

– высшей огнеупорности (более 2000 ° С)

**Классификация по пористости**

– особоплотные (открытая пористость до 3 %)

– высокоплотные (открытая пористость от 3 до 10 %)

– плотные (открытая пористость от 10 до 16 %)

– уплотненные (открытая пористость от 16 до 20 %)

– среднеплотные (открытая пористость от 20 до 30 %)

– низкоплотные (пористость от 30 % до 45 %)

– высокопористые (общая пористость от 45 до 75 %)

– ультрапористые (общая пористость более 75 %)

**2 Область применения**

Огнеупоры имеют очень много областей применения, но всех их можно разбить на две основные группы, это огнеупоры (огнеупорные изделия, например, кирпич) общего назначения, и огнеупоры, спроектированные специально для какого-либо теплового агрегата.

**3 Техническая керамика**

Техническая керамика отличается от других видов керамики довольно существенно. При общности процесса производства, отличается состав компонентов, условия производства и применение. Техническая керамика имеет специальное применение, наиболее часто — техническое и промышленное. Обычно к ней не относятся строительные материалы, эмаль, стекло, цемент и керамические изделия декоративного и бытового назначения.

**4 Современное состояние технологии керамических материалов**

Керамические изделия находят большое применение в строительстве. Неограниченные запасы широко распространенного сырья (глин), простота технологии и многовековый опыт производства, а также высокая долговечность их способствовали многообразному применению.

Некоторые виды керамических материалов досего времени являются незаменимыми и наиболее распространенными в строительстве. Так, несмотря на гигантское развитие в последний период стеновых материалов, особенно железобетонных, выпуск глиняного кирпича составляет очень большую долю в производстве всех стеновых материалов. Керамические облицовочные плитки, несмотря на развитие производства облицовочных плиток на основе полимеров, все еще остаются основным материалом для отделки санитарных узлов и других помещений с режимом повышенной влажности, химической агрессивности и высоких гигиенических требований. Для облицовки зданий керамические материалы также не потеряли своего значения, хотя появилось много новых видов облицовочных материалов. Особенно велик рост выпуска таких керамических материалов, как керамзит. Штучный не индустриальный кирпич пока остается основным стеновым материалом, составляя половину всех стеновых материалов, применяемых в настоящее время.

Представляется целесообразным резко увеличивать производство пустотелой стеновой керамики (пустотелый кирпич, камни и блоки из них). Производство этих материалов можно легко организовать на действующих кирпичных заводах при небольших капитальных затратах в основном на перестройку и переоборудование массозаготовительных и формовочных участков производства. Уже за последние годы производство пустотелой керамики составило около 4% общего объема выпуска кирпича и достигло 1 млрд. шт. условного кирпича. В зарубежных странах пустотелая керамика по сравнению с обыкновенным кирпичом заняла ведущее положение.

В настоящее время развитие нашей машиностроительной промышленности дает возможность непрерывно совершенствовать механическое оборудование заводов строительной керамики. Широко применяются новые виды дробильно-помольных, смесительных и формовочных машин. Предприятия оснащаются новейшим подъемно-транспортным оборудованием, особенно важным для керамического производства, нуждающегося в заготовке и перемещении больших масс сырья и тяжеловесной продукции. Перевод керамических предприятий на природный газ в качестве топлива не только повышает производительность труда и снижает себестоимость изделий, но и повышает качество вырабатываемой продукции. В ближайшее время помимо мероприятий общего технического прогресса — механизации и автоматизации, совершенствования технологии и улучшения организации труда — необходимо добиваться снижения себестоимости изделий и обратить особое внимание на организацию выпуска новых, высокоэффективных керамических строительных материалов и изделий.

**5 Производство керамических материалов и изделий в Казахстане, СНГ и за рубежом**

В настоящее время в Европе объем рынка керамических изделий оценивается в 9,3 млрд. евро. Рынок керамических санитарно-технических и некоторых других изделий оценивается в 4,6 млрд. евро, рынок огнеупоров и технической керамики - 3,1-2,5 млрд. евро. Одним из лидеров в Европе по производству керамических изделий является Италия. В Италии объем производства прессованных керамических плиток составляет в настоящее время 630 млн. м2 в год. По объему производства этих изделий она занимает второе место в мире, уступая Китаю, где ежегодный выпуск керамических плиток достигает 1600 млн. м2. Третье место занимает Испания с ежегодным объемом производства керамических плиток 620 млн. м2. В Германии ежегодный объем производства керамических плиток составляет всего около 10 % объема производства этих изделий в Италии.

Предприятия керамической промышленности Италии сконцентрированы в области Сассуоло. В стране насчитывается примерно 250 фирм, охватывающих 335 предприятий, выпускающих керамические плитки. Интенсивное развитие керамической промышленности Италии происходило в последние десятилетия, в то время как еще в 50-60-х гг. прошлого века в страну импортировалось сырье и оборудование для производства керамических плиток. Примерно 70 % фирм в керамической промышленности Италии созданы менее 35 лет назад. В общем обороте денежных средств, затрачиваемых в Италии на производство оборудования для керамической промышленности, на долю оборудования, предназначенного для изготовления керамических плиток, приходится более 80 %, оборудования для производства кирпича - 10 %, оборудования для изготовления санитарно-технических изделий - 7 %, оборудования для производства огнеупоров и технической керамики - по 0,5 %.

Оборудование для производства керамических изделий экспортируется в страны Евросоюза, а также в другие страны. Выпускаемые в Италии керамические изделия отличаются высоким качеством и производятся на современном эффективном оборудовании. В частности, при производстве керамических плиток находят применение прессы повышенной мощности, что дает возможность изготовлять изделия с высокими геометрическими, механическими и декоративными свойствами. С применением наиболее мощного пресса при усилии прессования 4000 Н/см2 производятся керамические плиты размерами 1800х1200 мм. Печи с камерами двойного обжига пригодны для производства крупноразмерных изделий, причем в процессе предварительного нагрева и охлаждения в них не развиваются значительные напряжения. В двухканальных роликовых печах возможно одновременное изготовление двух различных изделий с различным циклом времени.

В целом керамическая промышленность Италии занимает твердые позиции не только на отечественном, но и на международном рынке. Ассортимент выпускаемых керамических изделий характеризуется значительным разнообразием и непрерывно расширяется. Полагают, что ближайшем будущем технология производства изделий усовершенствуется и получит дальнейшее развитие.

**6 Классификация керамических материалов**

Большой ассортимент керамических изделий, выпускаемых промышленностью для использования в строительстве, можно классифицировать на следующие группы в зависимости от их назначения: стеновые, облицовочные, кровельные, для полов, дорожные, теплоизоляционные, огнеупорные, кислотоупорные и санитарно-технические.

**Стеновые материалы**

Основными в этой группе являются: кирпич глиняный обыкновенный и так называемый эффективный кирпич – глиняный пустотелый и пористый пластического формования, глиняный пустотелый полусухого прессования и строительный легкий. Камни керамические пустотелые пластического формования также применяются в качестве стенового материала.

.Находят применение в качестве стенового материала крупноразмерные виброкирпичные панели заводского изготовления.

**Облицовочные изделия**

Керамические изделия, применяемые для облицовки зданий, делятся на две группы – для облицовки фасадов зданий и для внутренней облицовки помещений.

В настоящее время основными видами облицовочных керамических материалов для фасадов зданий являются лицевые кирпич, камни, плиты и плитки. Кирпич и камни делают сплошными и пустотелыми. Плиты в зависимости от конструкции, способов изготовления и крепления подразделяют на закладные, устанавливаемые одновременно с кладкой стен, и прислонные, устанавливаемые на растворе после возведения и осадки стен. Фасадные плиты изготовляют различной формы: плоские – для облицовки плоскости стен, угловые – для облицовки наружных углов, откосов и проемов и перемычные – для облицовки перемычек над оконными и дверными проемами. Плитки фасадные малогабаритные выпускают с наружной гладкой и фактурной поверхностью, а на тыльной стороне делают углубления для лучшего сцепления с цементным раствором. Для ускорения отделочных работ тонкие фасадные плитки наклеивают на бумажную основу в виде ковров с различным рисунком. Такие плитки носят название ковровой керамики.

Керамические материалы для внутренней облицовки помещений не подвергаются действию отрицательных температур и резких перемен погоды, поэтому они не должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к материалам для внешней облицовки зданий. Однако точность размеров, правильность формы и одинаковая окраска приобретают особо важное значение. Вследствие этого для материалов внутренней облицовки поставлены более жесткие требования по внешнему виду, чем к материалам для наружных работ.

Керамическими плитками для полов настилают полы в вестибюлях общественных зданий, банях, прачечных, санитарных узлах, лечебных помещениях и на предприятиях химической промышленности. Эти плитки практически водонепроницаемы, т. е. надежно защищают несущие конструкции перекрытий от увлажнения, стойко сопротивляются истирающим воздействиям, не дают пыли, легко моются, не впитывают жидкостей и хорошо противостоят действию кислот и щелочей.

**Санитарно-технические изделия и канализационные трубы**

Различают три группы санитарно-технических изделий: из твердого фаянса, отличающиеся пористым черепком, из санитарного фарфора, обладающие спекшимся черепком, и из полуфарфора, имеющие полуспекшийся черепок.

Санитарно-технические изделия должны обладать высокой механической прочностью и теплостойкостью. Для их изготовления необходимо высококачественное сырье, строгое соответствие массы установленной рецептуре и точное соблюдение технологического режима производства.

К санитарно-техническим изделиям относится оборудование санитарных узлов и кухонь жилых, общественных и промышленных зданий. Ассортимент изделий этой группы весьма разнообразен – ванны, умывальники, унитазы, радиаторы и др. Изделия должны иметь правильную форму, без прогибов, искривлений и трещин, равномерный покров блестящей глазури (белой или цветной), устойчивой против образования мелких трещин (цека); при простукивании изделия должны издавать чистый (не дребезжащий) звук, указывающий на обжиг их до соответствующей температуры и отсутствие трещин.

Канализационные трубы, изготовляемые диаметром от 150 до 600 м,м, имеют плотный спекшийся черепок. Они покрываются глазурью изнутри и снаружи и отличаются большой устойчивостью к действию агрессивных вод и блуждающих электрических токов. Изготовляемые на основе местных материалов, они имеют невысокую стоимость сравнительно с трубами других видов.

**Прочие керамические изделия**

Здесь следует сказать о глиняной черепице, представляющей собой спекшееся изделие в виде прямоугольных плиток или желобов и широко (особенно на юге и западе страны) используемой как кровельный материал. Выпускается черепица четырех видов: штампованная пазовая и ленточная, плоская ленточная и коньковая.

В качестве теплоизоляционных материалов известны диатомовые (трепельные), пенотрепельные изделия и керамзитовый гравий. Из специальных керамических изделий, находящих применение при строительстве и оборудовании химических и других заводов, применяются огнеупорные и кислотоупорные изделия. Следует упомянуть и различные виды специального кирпича — дорожный повышенной прочности, получаемый обжигом глины до полного спекания, но без остеклования поверхности; лекальный, огнеупорный, футеровочный, кислотоупорный и др.

**7 Основные физико-химические свойства керамических материалов**

Керамические изделия делят на две группы — пористые и плотные. Первые характеризуются водопоглощением 5% и более, вторые — менее 5%. К пористым изделиям относят кирпич глиняный обыкновенный, пористый и пустотелый, пустотные стеновые камни, черепицу кровельную, облицовочные плитки и трубы; к плотным изделиям — плитки для полов и дорожный кирпич. Санитарно-техническая керамика включает как пористые (фаянс), так и плотные (санитарный фарфор) изделия.

Высокая прочность, долговечность и большой ассортимент изделий дают возможность широко использовать их при строительстве во всех частях зданий — от фундамента до кровли, в результате чего требования к керамической промышленности со стороны народного хозяйства страны непрерывно возрастают. Керамические изделия, обладая рядом положительных качеств, имеют один существенный недостаток— повышенную по сравнению с другими строительными материалами хрупкость.

После обжига керамические изделия сразу получают требуемую поверхность как по цвету, так и по фактуре, которую можно сделать матовой (ангобированные изделия) или блестящей стекловидной (глазурованные изделия). Цветные керамические изделия можно получить добавлением в беложгущуюся глиняную массу окислов различных металлов, например железа, кобальта и др. При изготовлении облегченных керамических изделий с повышенной пористостью в сырую массу вводят порообразующие добавки (вещества, выделяющие при обжиге газ — углекислоту), а также вещества, выгорающие при обжиге.

**8 Микроструктура керамики**

При нагревании керамическая масса постепенно переходит в жидкое состояние. Керамический расплав состоит из большого количества простых и сложных соединений.

При охлаждении керамического расплава наиболее характерным процессом является кристаллизация, которая проявляется в выпадении первых сравнительно чистых от примесей кристаллов и их последующем росте.

В результате отвердевания расплава образуется микроконгломерат, в котором кристаллические зерна муллита, кремнезема разных модификаций, других видов веществ, кристаллизующихся при остывании (в основном алюмосиликатов), сцементированы аморфной массой отвердевшего расплава. Поскольку на более ранней технологической стадии расплав был или мог быть объединен с огнеупорным заполнителем, образовавшийся микроконгломерат — вяжущее вещество — окаймляет отдельные зерна заполнителя и размещается в межзерновых пустотах.

Сформировавшиеся микроструктуры керамического вяжущего вещества, подобно вяжущему безобжиговых конгломератов, представлены стекломассой и кристаллическими фазами, которые цементируют остальную массу частиц изделия. При обжиге под вакуумом электротехнического фарфора была установлена изотропная кайма толщиной 0,5—1 мкм, окружавшая все зерна кварца. Кристаллическая фаза представлена муллитом и другими новообразованиями, а также свободными кремнеземом в различных его аллотропических видоизменениях, некоторыми оксидами в кристаллическом состоянии, не вступившими в химическое взаимодействие во время термической обработки сырья. Стекловатая, аморфная фаза (переохлажденная жидкость) вяжущей части представлена в микроструктуре легкоплавкими компонентами, которые не успели выкристаллизоваться при заданной скорости остывания расплава. Если микроструктуру керамики рассматривать на атомно-молекулярном уровне, то ее можно охарактеризовать как комбинацию атомов металла с атомами неметалла, чаще всего с кислородом. Как отмечает Д. Гальман, относительно большие атомы кислорода образуют матрицу, в которой маленькие атомы металлов (А1, Mg, Si и др.) помещаются в промежутках между ними, причем в кристаллах керамики превалируют ионные и в несколько меньшей мере — ковалентные связи. Эти прочные связи предопределяют прочность и стабильность, химическую стойкость и долговечность керамических материалов, что обусловлено, в частности, их высокоокисленным составом, т. е. большим содержанием кислорода.

Микроструктура керамики далека от совершенства, так как в кристаллических решетках имеются дефекты в виде вакансий или пор атомного размера, дефекты по границам контакта между кристаллами, деформации и поры, поэтому прочность керамики значительно уступает прочности идеальных кристаллов. Однако в целом керамика обладает комплексом высоких качественных показателей, который согласуется с определенным фазовым соотношением стекла и кристаллов, особенно при оптимальной структуре.

**9 Сырьевые материалы, применяемые в технологии керамики: глины и глинистые породы, полевые шпаты, каолин, отощающие добавки и плавни**

Сырьевую массу для изготовления керамических изделий обычно составляют из пластичных материалов (глины, каолины) и непластичных материалов (отощающих и выгорающих добавок/плавней). Глины и каолины объединяют общим названием — глинистые материалы. В производстве некоторых искусственных обжиговых материалов используют диатомиты, трепелы, а также шлаки, золы, сланцы в чистом виде или с добавкой глин, порообразующих и других добавок.

 **Глинистые материалы** и их керамические свойства. Глины представляют собой осадочные горные породы тонкоземлистого' строения, которые независимо от их минерального и химического состава способны при смешивании с водой образовывать пластичное тесто, переходящее после обжига в водостойкое и прочное камневидное тело. Образовавшись в результате выветривания главным образом полевошпатовых пород, глины состоят из плотной смеси различных глинистых минералов, представляющих собой водные алюмосиликаты со слоистой кристаллической структурой. Наиболее распространенными из них являются каолинитовые, монтмориллонитовые, бейделлит и гидрослюдистые (в основном продукты разной степени гидратации слюд).

Наряду с глинообразующими минералами в глинах встречаются: кварцы, полевой шпат, серный колчедан, гидроксиды железа, карбонаты кальция и магния, соединения титана, ванадия, органические примеси. Перечисленные примеси влияют как на технологию керамических изделий, так и на их свойства. Например, тонко распределенный углекислый кальций и оксиды железа понижают огнеупорность глин. Если в.глине имеются крупные зерна углекислого кальция, то при обжиге из них образуются включения извести, которые гидратируют с увеличением объема («дутики»), что вызывает образование трещин или разрушение изделий.

Наиболее чистые глины, состоящие преимущественно из каолинита, называют каолинами; после обжига они сохраняют белый цвет.

**Бентонитами** называют высокодисперсные породы с преобладающим содержанием монтмориллонита.

В состав глин входят различные по крупности зерна, но характерные для глин высокие пластичность и связующая способность обусловлены наличием в них очень мелких частиц пластинчатой формы, размер которых не превышает 0,005 мм. Эти частицы называют глинистым веществом. Малая величина частиц и, следовательно, большая суммарная поверхность, а также их пластинчатая форма обеспечивают сцепление частиц и позволяют им сдвигаться относительно друг друга без потери сцепления. Чем больше в глине содержится глинистого вещества, тем она пластичнее. В большинстве глин имеются и более крупные частицы, не обладающие свойством пластичности. При величине зерен 0,005...0,05 мм их относят к пыли, а при размерах 0,05... 2 мм — к песку.

**Керамические свойства глин** характеризуются пластичностью, связностью и связующей способностью, отношением к сушке и к действию высоких температур.

**Пластичность** — способность глиняного теста деформироваться под влиянием внешних механических воздействий без нарушения сплошности (без разрыва или образования трещин) и сохранять полученную форму после прекращения этих воздействий. На этом свойстве и основана возможность формования изделий.

**Связность** — усилие, необходимое для разъединения частиц глины. Как уже указывалось, связность глин обусловлена малой величиной и пластинчатой формой частиц глинистого вещества. Высокой связностью обладают глины, содержащие повышенное количество глинистых фракций.Связующая способность глины, выражается в том, что глина может связывать частицы непластичных материалов (песка, шамота и др.) и образовывать при высыхании достаточно прочное изделие — сырец.

**Воздушная усадка (усушка) глин** —уменьшение размеров и объема сырцового изделия. В процессе сушки вода испаряется, толщина водных оболочек вокруг глинистых частиц сокращается и отдельные частицы глины сближаются между собой, в результате чего происходит воздушная усадка. Воздушную усадку выражают в процентах от первоначального размера сырцового изделия.

**Огневая усадка глин** — изменение размеров и объема''при обжиге изделия. При обжиге наиболее легкоплавкие соединения глины переходят в состояние жидкости, которая обволакивает нерасплавившиеся частицы и частично заполняет промежутки между ними.

**Огнеупорность** — свойство глин выдерживать действие высокой температуры без деформации. Глины вследствие неоднородности состава не имеют определенной температуры плавления. При действии высоких температур они размягчаются и постепенно деформируются. По огнеупорности различают глины трех групп: огнеупорные (огнеупорность выше 1580 °С), тугоплавкие (1350...1580 °С) и легкоплавкие (ниже 1350 °С).

**10 Керамические материалы. Добавки. Их характеристика. Общая схема технологических этапов производства керамических материалов и ее характеристика. Основные технологические схемы производства различных видов керамики: керамического кирпича, камней, искусственных пористых заполнителей, керамической облицовочной плитки, огнеупорных материалов и изделий, технической керамики. Добавки. Их характеристика.**

**Отощающие добавки**

В высокопластичные глины, для затворения которых требуется большое количество воды (до 28%) и которые поэтому дают большую линейную усадку при сушке и обжиге (до 15%), необходимо вводить отощающие добавки, т. е. непластичные вещества. При этом значительно уменьшается количество воды, необходимой для затворения глиняного теста, что сокращает усадку (до 2-6%).

В качестве отощающих добавок чаще всего применяют вещества неорганического происхождения: кварцевый песок, шамот (обожженная и измельченная глина), бой изделий, молотый шлак и золу. Эти добавки не только уменьшают усадку изделий, но и улучшают формовочные свойства массы, делают более легким технологический процесс производства и устраняют брак.

*Выгорающие добавки*

Для получения изделий с меньшей средней плотностью и повышенной пористостью применяют органические выгорающие добавки. Наиболее часто используют древесные опилки, угольную мелочь и угольный порошок, торфяную пыль и др. Применяют также вещества, выделяющие при высокой температуре обжига углекислоту, что ведет к образованию пор, мел, доломит и глинистый мергель (в молотом виде). Все эти добавки обладают также и свойствами отощающих добавок.

*Специальные добавки*

Для придания керамическим изделиям специальных свойств вводят соответствующие добавки. Так, при изготовлении кислотоупорных изделий и облицовочных плиток к глинам добавляют песчаные смеси, затворенные жидким стеклом или щелочами. При необходимости понижения температуры обжига некоторых изделий используют молотый полевой шпат, руды, содержащие железо, песчаник, и др.

**11 Общая схема технологических этапов производства керамических материалов и ее характеристика**

Несмотря на обширный ассортимент керамических изделий, разнообразие их форм, физико-механических свойств и видов сырьевого материала, 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, глазурования и пр.) и упаковки.

Заводы по производству керамических материалов, как правило, строят вблизи месторождения глины, и карьер является составной частью завода. Разработку (добычу) сырья осуществляют на карьерах открытым способом — экскаваторами. Транспортировку сырья от карьера к заводу производят автосамосвалами, вагонетками или транспортерами при небольшой удаленности карьера от цеха формовки.

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.

**Подготовка массы**

Заключается в обогащении, дроблении, тонком помоле материалов, увлажнении и перемешивании массы. Подготовленные материалы керамической массы тщательно смешивают. Различают три способа приготовления керамической массы: пластический, полусухой и шликерный.

**Пластический способ формования**

Пластический способ формования керамической массы более приемлем при использовании глин с повышенной влажностью (18-23%), хорошо размокаемых в воде. Таким способом получают обыкновенный кирпич, пустотелые изделия, трубы и т. д. Пластическое формование при производстве черепицы, электроизоляторов, капселей осуществляют способом штамповки в гипсовых и металлических формах.

*Полусухой способ прессования*

Полусухой способ прессования применяется при плотной структуре глиняного сырья и низкой исходной влажности (8-12%). Из полусухих порошкообразных масс изделия формуют на прессах высокого давления (10-30 МПа и более). Изделия, спрессованные из порошков, обладают в сырце большой прочностью и точностью размеров, а также характеризуются низкой усадкой при обжиге. Из порошкообразных масс изготовляют обыкновенный пустотелый кирпич, керамические камни и плитки.

*Шликерный способ*

Шликерный способ применяется в тех случаях, когда необходимо достигнуть особо тщательного смешивания исходных компонентов (фарфоро-фаянсовое производство, облицовочные плитки) при их влажности 30-35%. Шликеры применяют для облицовки сложных по конфигурации и тонкостенных изделий (санитарно-техническая, декоративная, химически стойкая керамика и др.). Этот метод формования основан на свойстве гипсовых форм впитывать в себя часть воды из залитого в них шликера. Отдавая влагу, изделия дают усадку и легко отделяются от форм.

Изделия, отформованные пластическим и шликерным способами, необходимо сушить. При полусухом способе формования изделия имеют незначительную влажность, которая при обжиге не вызывает растрескивания, поэтому необходимость в сушке отпадает.

*Процесс сушки*

Процесс сушки представляет собой комплекс явлений, связанный с испарением влаги с поверхности изделия, перемещением влаги из его внутренней части к поверхности и теплообменом между материалом и окружающей средой. Длительность сушки во многом зависит от скорости перемещения влаги в изделиях от внутренних к наружным слоям, а последнее определяется размерами капилляров и вязкостью воды. Существуют два способа сушки: естественная и искусственная.

*Естественная сушка*

Для естественной сушки изделий используют сушильные сараи (навесы), в которых на ровном, хорошо уплотненном поле или на стеллажах устанавливают сырые изделия. Длительность сушки зависит от температуры, влажности и подвижности наружного воздуха и климатических условий района и составляет 6-15 суток.

*Искусственная сушка*

Поскольку естественная сушка характеризуется сезонным циклом производства, в настоящее время даже на небольших предприятиях применяют искусственную сушку в сушилках периодического или непрерывного действия. В качестве источника тепла используют газы обжиговых печей или горячий воздух.

Дополнительные расходы на искусственную сушку изделий полностью окупаются резким сокращением цикла производства, когда срок сушки изделий в искусственных сушилках не превышает 70 часов (а в большинстве случаев он значительно меньше).

*Обжиг изделий*

Обжиг изделий — важнейший и завершающий процесс в производстве керамических изделий. Этот процесс можно разделить на три периода: прогрев сырых изделий, собственно обжиг и регулируемое охлаждение изделий. В первом периоде из обжигаемых изделий удаляется гигроскопическая и гидратная вода, частично разлагаются карбонаты, сгорают органические примеси и равномерно прогревается вся масса изделия. В начале нагревания при 100-120 ºС удаляется физически связанная вода, в температурном интервале 450-650 ºС — химически связанная да причем глинистые минералы разрушаются, и глина перелит в аморфное состояние. Дальнейшее повышение температуры обжига приводит к расплавлению части материала, в результате чего происходит спекание массы и образование керамического черепка. Этому процессу соответствует температура 800-1000 ºС для легкоплавких глин и 1150-1200 ºС для тугоплавких. Температурный режим и длительность обжига зависят от состава шихты. При повышении температуры обжига получают изделия с большей механической прочностью, однако чрезмерное повышение температуры может вызвать деформацию изделий.

После обжига изделия охлаждают. Процесс охлаждения весьма ответственный, при этом недопустим резкий перепад температур и доступ холодного воздуха, так как это влечет за собой образование трещин. В начальной стадии температуру снижают медленно, и лишь после достижения 650 ºС процесс охлаждения можно ускорить.

*Сортировка и хранение*

Сортировка и хранение керамических изделий. При выгрузке из печи керамические изделия сортируют. Качество изделий устанавливают по степени обжига, внешнему виду, форме, размерам, а также по наличию в них различных дефектов. По степени обжига они могут быть разделены на изделия нормального обжига, недожог и пережог. Сортность изделий устанавливают по внешнему виду, форме, размерам и наличию дефектов в соответствии с требованиями ГОСТ.

После сортировки изделия направляют на склад, где хранят до отправки на строительство. Кирпич и керамические камни укладывают в елочные пакеты или на поддоны и хранят на открытых площадках. Облицовочные плитки рассортировывают по цветам и размерам, упаковывают в ящики и хранят в закрытых складах. Санитарно-технические изделия, прошедшие сортировку и комплектование арматурой, упаковывают в специальные ящики и хранят в закрытых складах.

**12 Основные технологические схемы производства различных видов керамики: керамического кирпича, камней, искусственных пористых заполнителей, керамической облицовочной плитки, огнеупорных материалов и изделий, технической керамики**

Несмотря на то что керамические изделия отличаются большим разнообразием по назначению, форме и физико-механическим свойствам, производство их в основном примерно одинаково и состоит из следующих основных процессов:добыча глины в карьерах;подготовка массы, заключающаяся в дроблении глины и других компонентов смеси, увлажнении водой и перемешивании массы;формование изделий из приготовленной массы;сушка отформованных изделий;обжиг предварительно высушенных изделий.

Для отдельных изделий могут быть различными технологические схемы этих процессов, например разные способы формования кирпича — пластичный и полусухой, разные способы сушки — естественная и искусственная, а также могут появляться дополнительные процессы, как, например, покрытие изделий глазурью. Более подробно такие производственные процессы будут изложены при описании основных видов керамических изделий.

Заводы по производству керамических изделий часто строятся вблизи месторождения глин, и тогда глиняный карьер является составной частью завода. Разработка сырья осуществляется на карьерах открытым способом экскаваторами. К карьерным работам относятся подготовительные, обеспечивающие вскрытие и подготовку месторождений, добычные, предназначенные для извлечения глины, и транспортные, т. е. доставка глины к месту переработки, а пустой породы в отвалы. Транспортные работы осуществляются автосамосвалами или мотовозами с вагонетками. К. карьерным работам относят также естественную обработку глины (в необходимых случаях) путем вылеживания и вымораживания. Качество керамических изделий полностью зависит от состава и чистоты сырья, поэтому необходим постоянный контроль за производством карьерных работ и качеством добываемого сырья. Заводские лаборатории должны систематически анализировать поступающее сырье и в зависимости от его качества подбирать состав шихты, наиболее благоприятный для данного вида изделий.

Подготовка массы заключается в обогащении, дроблении и тонком помоле материалов и последующем тщательном перемешивании их до получения полностью однородной массы. При пластичном способе формования масса увлажняется до необходимой степени.

Для лучшего перемешивания глиняной массы после помола и измельчения компонентов используют глиномялки, которые дают однородную пластичную массу, увлажненную до нужного предела.

Формуют керамические изделия в основном двумя способами — мокрым и полусухим. При мокром способе масса увлажняется до 20— 25% и формование производят на гидравлических или механических прессах; при полусухом масса увлажняется до 8—12% и изделия формуют прессованием. В зависимости от формы и размеров изделий используется формовочное оборудование, различное как по принципу действия, так и по мощности.

Сушка отформованных изделий является производственным процессом, необходимым лишь для изделий пластического формования. При полусухом способе производства сырцовые изделия имеют незначительную влажность, что при обжиге не вызывает растрескивания и необходимость в сушке отпадает.

Процесс сушки представляет собой комплекс явлений, связанных с испарением влаги с поверхности изделия, перемещением влаги из его внутренней части к поверхности и теплообменом между материалом и окружающей средой. Длительность сушки во многом зависит от скорости перемещения влаги в изделиях от внутренних к наружным слоям, а последнее определяется размерами капилляров и вязкостью воды. Одновременно с удалением влаги частицы материала сближаются силами поверхностного натяжения и происходит уменьшение объема глиняных изделий (усадка). Усадка каждой массы имеет определенный предел, после которого дальнейшее сокращение объема не происходит, несмотря на то, что физически связанная вода к этому моменту полностью еще не испаряется. Более пластичные глины дают большую усушку.

Естественная сушка сырца зависит от погодных условий, поэтому она не всегда может обеспечить бесперебойную работу завода. На заводах с большой производительностью применяют искусственную сушку в сушилках периодического или непрерывного действия. В качестве источника тепла используют газы обжигательных печей или горячий воздух. Из сушилок периодического действия широкое распространение получили камерные, а непрерывного.

Естественная сушка производится в специальных сушильных сараях (навесах), в которых на ровном, хорошо уплотненном поде или на стеллажах устанавливают сырые изделия. Длительность сушки целиком зависит от температуры, влажности и подвижности наружного воздуха и климатических условий района и составляет от 6 до 15 суток.

Обжиг изделий является важнейшей и завершающей операцией технологического процесса производства керамических изделий. Этот процесс можно разделить на три периода: прогрев сырых изделий, собственно обжиг и регулируемое охлаждение изделий. В первом периоде из . обжигаемых изделий удаляется гигроскопическая и гидратная вода, частично разлагаются карбонаты, сгорают органические примеси и равномерно прогревается вся масса изделия. В начале нагревания при температуре 100—120°С удаляется физически связанная вода, в температурном интервале 450—650° С — химически связанная вода, причем глинистые минералы разрушаются и глина переходит в аморфное состояние. Дальнейшее повышение температуры обжига приводит к расплавлению части материала, в результате чего происходит спекание массы и образование керамического черепка. Этому соответствует температура 800—1000° С для легкоплавких глин и 1150—1200° С для тугоплавких. Температурный режим и длительность обжига зависят от состава применяемой шихты. При повышении температуры обжига получают изделия с большей механической прочностью, однако чрезмерное повышение температуры может вызвать деформацию изделий.

После обжига изделия охлаждаются. Процесс охлаждения весьма ответственный, не допускающий резкой смены температур и доступа холодного воздуха, влекущих за собой образование трещин. В начальной стадии температуру снижают медленно и лишь после достижения 650° С процесс охлаждения можно ускорить.

**13 Производство и применение стеновых изделий**

К применяемым для кладки стен керамическим изделиям предъявляются определенные требования по прочности, теплопроводности, объемному весу, водопоглощению и морозостойкости.

К наиболее распространенным видам керамических стеновых изделий относят кирпич глиняный обыкновенный, эффективные керамические материалы и виброкирпичные панели.

*Кирпич глиняный обыкновенный*

Обыкновенный глиняный кирпич представляет собой искусственный камень в виде прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и ровными поверхностями размером 250x120x65 мм, изготовляемый путем формования, сушки и обжига из легкоплавкой глины с добавлением к ней отощающих добавок или без них.

Кирпич получают двумя способами — пластическим и полусухим, наиболее распространен первый. Глину измельчают сначала в вальцах, а затем в глиномялке, где масса увлажняется до 18—25% и перемешивается до получения вполне однородной пластичной массы, хорошо поддающейся формованию. Подготовленная масса подается на формование в приемную коробку ленточного пресса и проталкивается вдоль его оси цилиндрическим шнеком с лопастями по направлению к входному отверстию мундштука. Площадь сечения его выходного отверстия в несколько раз меньше площади поперечного сечения цилиндра. Продвигающаяся через пресс под давлением шнека масса уплотняется и выходит из мундштука в виде четырехугольного бруса. Размеры сечения мундштука, а следовательно и бруса, соответствуют стандартной длине и ширине кирпича, увеличенных на величину воздушной и огневой усадки. Для получения кирпича-сырца заданной толщины движущийся брус разрезается поперек тонкими стальными проволоками резательного устройства. Производительность прессов достигает 10 тыс. шт. кирпичей в 1 ч.

В настоящее время в нашу промышленность внедрены более совершенные отечественные вакуум-прессы, в которых глиняная масса не только уплотняется, но и теряет часть воздуха, что повышает ее пластичность, плотность и способствует увеличению прочности изделий.

Кирпич-сырец сушат в искусственных сушилках при температуре до 90° С, реже — в естественных условиях. Круглогодичную работу кирпичных заводов обеспечивают искусственные сушилки.

Завершающей операцией процесса производства является обжиг. Печи для обжига кирпича бывают двух видов: периодического действия, в которых операции по загрузке, обжигу, охлаждению и разгрузке чередуются в зонах печи непрерывного действия, где эти процессы происходят в разных зонах печи одновременно. Печи периодического действия сооружают теперь редко, только на предприятиях небольшой производительности.

К непрерывно действующим печам относятся кольцевые и туннельные. В кольцевой печи при неподвижном обжигаемом материале перемещается зона горения топлива, а вслед за ней и другие зоны, тогда как в тунннельной печи обжигаемые изделия передвигаются на специальных вагонетках через неподвижные зоны тепловой обработки. Кольцевые печи в последнее время не строят в связи с трудностью механизации очень трудоемких загрузочно-разгрузочных работ, но на действующих кирпичных заводах они еще широко эксплуатируются.

Туннельная печь представляет собой обжигательный канал, в котором по рельсам движутся вагонетки с кирпичом-сырцом. Длина туннеля в зависимости от рода обжигаемых изделий составляет 60—150 м, поперечное сечение в свету от 3,5 до 5,5 м2. Туннельная печь имеет три зоны: подогрева, обжига и охлаждения. Процесс обжига в ней протекает быстрее, чем в кольцевой. Туннельная печь является наиболее экономичной печью кирпичного производства. Благодаря улучшению условий труда, механизации процессов обжига она имеет большие преимущества по сравнению с кольцевой печью, вследствие чего получает все большее распространение.

При полусухом способе производства кирпича подсушенная и мелкоизмельченная глина тщательно перемешивается и увлажняется до 8—12%. К качеству кирпича полусухого прессования предъявляют те же требования, что и к кирпичу, изготовленному способом пластического формования. Полусухой способ производства кирпича имеет то преимущество перед пластическим, что дает возможность использовать для производства малопластичные глины, в результате чего расширяется сырьевая база производства. Кроме того, влажность порошка значительно меньше, вследствие чего сушка становится ненужной или значительно упрощается, а это уменьшает расход топлива и сокращается срок производства. Недостатками полусухого прессования являются более сложное прессовое оборудование, несколько больший объемный вес получаемого кирпича и меньший предел прочности его при изгибе.

ГОСТ 530—54 предусматривает выпуск модульного кирпича размером 250X120x88 мм с обязательными технологическими пустотами, весом не более 4 кг.

Вследствие неизбежной воздушной и огневой усадки трудно получить кирпич точно стандартного размера, поэтому допускают отклонения от размеров: они не должны превышать по длине ±6, по ширине ±4 и по толщине ±3 мм. Искривление поверхности и ребер допускается не более 4 мм по постели и 5 мм по ложку. В зависимости от предела прочности при сжатии кирпич подразделяют на пять марок: 200, 150, 125, 100 и 75. Характеристика прочности кирпича на сжатие и изгиб приведена в табл. 6.

Водопоглощение кирпича должно быть не менее 8%, при меньшем водопоглощении за счет большей плотности ухудшаются теплозащитные свойства. Объемный вес кирпича колеблется в пределах 1700— 1900 кг/м3. Кирпич, насыщенный водой, должен выдерживать не менее 15 циклов замораживания при температуре не выше —15° С и последующего оттаивания в воде при температуре 15±5°С. Отсутствие следов разрушения характеризует его морозостойкость.

Кирпич применяют для кладки наружных и внутренних стен жилых, общественных и промышленных зданий, внутренних столбов, печей и сводов, а также для несущих конструкций, в которых прочность кирпича используется полностью. В конструкциях, где прочность кирпича полностью не используется, применяют кирпич глиняный пустотелый пластичного формования и другие виды эффективного кирпича. Кирпич глиняный обыкновенный применяют для заводского изготовления крупных кирпичных блоков и панелей. Кирпич обыкновенный полусухого прессования не допускается для цоколей и фундаментов ниже гидроизоляционного слоя, а также для наружных стен помещений с повышенной влажностью.

Пока кирпич является у нас одним из основных стеновых материалов, что объясняется его хорошими строительными качествами. Но поскольку производство кирпича трудоемко, а стоимость его относительно высокая (в среднем 27 руб. за 1 тыс. шт.), обращаться с ним следует бережно: при хранении и перевозке укладывать в правильные ряды на поддоны или в контейнеры; погрузка кирпича навалом и выгрузка его сбрасыванием запрещаются.

Обыкновенный глиняный кирпич наряду со своими преимуществами обладает и отрицательными свойствами — высоким коэффициентом теплопроводности — 0,7 ккал/м ч град и большим объемным весом. Поэтому технологи создали новые виды кирпича с меньшим коэффициентом теплопроводности и объемным весом, нашедшие широкое применение в строительстве в качестве стенового материала. Кирпич таких видов получил общее название эффективных керамических материалов. Основные виды этих изделий рассмотрены ниже.

Кирпич глиняный пустотелый и пористо-пустотелый изготовляется по способу пластического формования из глин с выгорающими добавками или без них. Массу, применяемую для выработки этого кирпича, обрабатывают более тщательно, чем для обыкновенного. Вакуумные прессы оборудованы специальными приспособлениями для получения в кирпиче отверстий, так называемыми кернами. Их устанавливают на металлической гребенке внутри мундштука у выхода глиняного бруса из пресса. Сквозные отверстия, количество которых может быть различным, располагают в кирпиче перпендикулярно постели. Поверхность граней кирпича может быть гладкой или рифленой.

Размеры вырабатываемого нашими заводами пустотелого кирпича пластического формования должны быть следующими (в мм): длина 250±6, ширина 120±4 и толщина (88 или 65) ±3.

Пустотелый кирпич в соответствии с техническими условиями (ГОСТ 6316—55) подразделяют на четыре марки в зависимости от предела прочности при сжатии по сечению брутто, т. е. без вычета площади отверстий. В табл. 7 приведены показатели пределов прочности при сжатии и изгибе.

Кирпич пустотелый пластического формования, высушенный до постоянного веса, разделяют по объемному весу брутто на два класса: класс А — с объемным весом до 1300 кг/м3 включительно и класс Б —с объемным весом более 1300 (но не выше 1450) кг/м3. Водопоглощение кирпича должно быть не менее 6% от его веса в абсолютно сухом состоянии. По морозостойкости этот вид кирпича должен отвечать всем требованиям, предъявляемым к обыкновенному кирпичу.

Применяют такой кирпич для кладки наружных и внутренних стен, а также для заполнения стен каркасных зданий. Для помещений с режимом повышенной влажности (бань, прачечных и др.) использование его не допускается.

*Кирпич глиняный пустотелый полусухого прессования*

Этот стеновой материал выпускается с несквозными пустотами, расположенными перпендикулярно постелям. Число пустот может быть четыре и больше, часто вырабатывается кирпич с 8 и 18 пустотами; в первом случае диаметр пустот равен 35— 45 мм, а во втором 17—18 мм . Размеры этого кирпича: длина 250±4, ширина 120 + 3 и толщина (88 или 65) ±3 мм. Качество кирпича, а также форма, количество и размеры пустот нормируются ГОСТ 6248—59.

Прочностные показатели этого кирпича такие же, как и пустотелого кирпича пластического формования. Объемный вес кирпича брутто в высушенном до постоянного веса состоянии не должен превышать

1450 кг/м3, т. е. соответствовать классу В. Марки этого кирпича, устанавливаемые по пределу прочности при сжатии, аналогичны маркам пустотелого кирпича пластического формования. Водопоглощение должно быть не менее 8% от веса кирпича, высушенного до постоянного веса. Показатели морозостойкости аналогичны показателям обыкновенного кирпича. Применяется кирпич в строительстве наравне с пустотелым кирпичом пластического формования.

*Камни керамические пустотелые пластического формования*

Такие камни по основному назначению разделяются на два вида: для кладки несущих стен одноэтажных и многоэтажных зданий и для кладки внутренних ненесущих стен и перегородок. На 25 показаны камни с различными по количеству, объему и конфигурации пустотами.

Изготовляются камни из легкоплавких глин с добавками или без них, со сквозными пустотами путем формования и последующего обжига. Глина предварительно сушится и тонко размалывается, масса тщательно перерабатывается и увлажняется. Формуют камни на вакуумных прессах при вакууме 700 мм рт. ст. и выше. Технология производства в общем аналогична технологии изготовления пустотелого кирпича. Камни изготовляют в форме прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и ровными или рифлеными поверхностями (для усиления сцепления с вяжущими растворами и в декоративных целях); сквозные пустоты расположены перпендикулярно постелям.

Нашей промышленностью выпускаются камни следующих размеров: длина (250, 190 и 290) ±6 мм, ширина (120, 70, 90 и 190) ±4 мм, толщина (138, 188 и 288) ±4 мм. Объемный вес камней (брутто) находится в пределах 1300—1450 кг/мг, т. е соответствует классу В. По морозостойкости камни удовлетворяют требованиям, предъявляемым к обыкновенному кирпичу, водопоглощение их не менее 6% от веса камней, высушенных до постоянного веса.

Пустотелые камни поставляются на строительные объекты в комплекте с дополнительными отделочными камнями (для выкладки карнизов, поясов и т. п.). Не допускается применение пустотелых камней для кладки фундаментов и цоколей зданий, а также для наружных стен помещений с большой влажностью.

*Кирпич строительный легкий*

Легкий (пористый) кирпич изготовляется из обычных глин с введением в них выгорающих добавок, а также из диатомитов (трепелов) или из смесей диатомитов и глин. Кирпич легкий имеет следующие размеры: длина 250±8, ширина 120±6 и толщина 88±4 мм. Выпускается также пористый кирпич большего размера — 250X120X140 мм. Чем меньше объемный вес легкого кирпича, тем меньше его теплопроводность. В зависимости от объемного веса легкий строительный кирпич подразделяется на три класса — А, Б и В в соответствии с принятой классификацией стеновых материалов. В зависимости от предела прочности при сжатии — на марки 50, 75 и 100. Морозостойкость легкого кирпича (Мрз 10) значительно ниже, чем у кирпича других видов, рассмотренных выше. В табл. 8 приведены показатели пределов прочности кирпича при сжатии и изгибе.

Применение большемерного кирпича значительно выгоднее, чем обычного, так как уменьшается количество швов в кладке стен и, следовательно, сокращается расход вяжущего и повышается производительность труда. Использование пористого кирпича уменьшает толщину наружных стен и снижает их стоимость примерно на 10%. Однако вследствие пониженной прочности его не применяют для возведения стен, несущих большие нагрузки. Не применяют его и для фундаментов и цоколей зданий и для стен влажных помещений вследствие малой морозостойкости, а также потому, что в этих случаях не используются его теплоизоляционные свойства.

*Виброкирпичные панели*

Виброкирпичные панели представляют собой крупномерные строительные детали, изготовляемые из кирпича на цементном растворе с утеплителями. Для обеспечения необходимой прочности и монолитности между кирпичами закладывается арматурная сетка. В качестве утеплителя при сборке панелей применяют минераловатные плиты, пеностекло, фибролит и др. Для подъема панели на всю ее высоту закладывают петли.

Изготовляют панели двумя способами — горизонтальной и вертикальной кладкой, наиболее эффективна горизонтальная кладка. Технологический процесс состоит из следующих основных операций: приготовления материала — кирпича, раствора и металлического каркаса, формования (сборки) панелей, уплотнения вибрированием, отделки панелей и обработки их в пропарочных камерах в течение 8—12 ч при температуре 80° С (для ускорения процесса твердения). Прочность конструкции панели при монтаже и транспортировании обеспечивается прокладкой в горизонтальных швах армирующих сеток из проволоки, а по обе стороны проема устанавливаются вертикальные арматурные каркасы.

Панели выпускают двухслойными и однослой. Двухслойные панели из кирпича и утеплите- брокирпичная панель ля могут быть облицованы керамическими плитками, что придает панели красивый вид. Стена, собранная из таких панелей, не нуждается в дополнительной отделке — облицовке, штукатурке и окраске. Общая толщина двухслойной панели 260 мм, в том числе кирпича 120, утеплителя 100, облицовочных керамических плиток 4 и 36 мм трех слоев раствора. Размеры вырабатываемых панелей 2670X3180x260 мм.

Однослойные панели изготовляют из крупнопустотных керамических камней, размер их 2750x3190x300 мм, толщина их складывается из толщины керамического камня 250 мм, керамзитобетонного заполнителя 25 мм и раствора 25 мм. Однослойные панели делают и из специального многощелевого эффективного керамического камня, длина которого соответствует толщине панели.

Панели для внутренних стен и перегородок изготовляют также из кирпича (в половину кирпича) и армируют стальными проволочными каркасами. Толщина таких панелей 140 мм—120 мм слой кирпича и 5—12 20 мм два слоя раствора — по 10 мм с каждой стороны панели. Размер панели 2620X2270X140 мм, вес около 2 г.

Производство виброкирпичных стеновых панелей можно считать целесообразным в тех районах строительства, где не налажен массовый выпуск железобетонных панелей, но действуют кирпичные заводы. Преимущества применения виброкирпичных панелей по сравнению с кладкой стен из штучного кирпича заключаются в более высоком уровне механизации при монтаже стен и значительной экономии стеновых материалов. Недостаток виброкирпичных панелей — сложность конструкции и, следовательно, изготовления, а также расходование металла на армирование.

Наряду с виброкирпичными панелями изготовляются также кирпичные блоки. Делают их на установках-полуавтоматах, дающих возможность получать блоки различных размеров: толщиной 1,5, 2 и 2,5 кирпича, длиной до 2,8 и высотой до 2,65 м.

**14 Производство и применение облицовочных изделий**

Широкое и эффективное применение в современном строительстве керамических облицовочных материалов определяется качествами их, отвечающими всем требованиям, предъявляемым к облицовочным материалам.

Все керамические облицовочные изделия можно разбить на две группы: для облицовки фасадов и внешних стен зданий и для облицовки внутренних стен зданий. Поскольку условия эксплуатации этих материалов различны, то их физико-механические показатели также во многом могут быть различными. Так, например, изделия для внешней облицовки должны обладать высокими показателями водонепроницаемости и морозостойкости, что не обязательно для изделий внутренней облицовки.

Внешние стены зданий под воздействием атмосферных осадков периодически увлажняются, вследствие чего увеличивается теплопроводность стен. Следовательно, облицовочные материалы должны обладать большой водонепроницаемостью и не допускать проникания воды к основному материалу стены. Очень опасно и разрушительно для наружной облицовки совместное действие воды и мороза. Поэтому облицовочные материалы должны быть морозостойкими и выдерживать без видимого разрушения многократное замораживание и оттаивание в насыщенном водой состоянии. Облицовка должна надежно противостоять механическим воздействиям — удару, сжатию, излому, т.е. обладать высокой прочностью. Кроме того, она должна иметь красивый внешний вид, правильную форму и хороший естественный цвет, не меняющийся в течение длительного времени под воздействием различных факторов (солнечный свет, перепад температур, атмосферные осадки, газы, находящиеся в воздухе, и др.)- Весьма важным качеством для облицовочных материалов является простота их укладки в конструкцию стены и надежность крепления.

Кирпич и камни лицевые, в настоящее время являющиеся основными облицовочными керамическими материалами, делают сплошными и пустотелыми. Лицевая поверхность их может быть гладкой, рифленой или офактуренной. Рельефное офактуривание поверхности достигается дополнительной обработкой влажного сырца специальными гребенками и рифлеными валиками. Изготовляются они из глин, с добавками или без них, формуются и обжигаются примерно в тех же условиях, как и другие керамические изделия. При облицовке фасадов зданий надежность крепления этих материалов достигается тем, что облицовка ведется одновременно с кладкой стен; таким образом, облицовочные кирпичи и камни служат и конструктивным несущим элементом наряду с обычным стеновым материалом.

В зависимости от формы и назначения лицевой керамический кирпич и камни подразделяют на рядовые и профильные. Наиболее часто применяемые материалы имеют размеры: кирпич лицевой рядовой и профильный 250X120X65 (90) мм, камень лицевой рядовой 250 X X 120x140 мм и камень трехчетвертной 185x120x140 мм. Допускаемые техническими условиями отклонения от размеров не должны превышать ±4 для размеров 185 и 250 мм и +3 —2 для размеров 65— 90 мм.

Фасадные плиты предназначаются для облицовки фасадов зданий. В зависимости от конструкции, способов изготовления и методов крепления плиты подразделяются на закладные и прислонные. Закладные плиты устанавливаются одновременно с кладкой стен, а прислонные крепятся на растворе после возведения и осадки стен. Вырабатываются плиты различных размеров от 250X215 мм и более с допусками ±5 мм по длине и ±3 мм по ширине. Структура черепка плит должна быть однородной, без расслоений и пустот. По морозостойкости плиты должны выдерживать не менее 25 повторных циклов замораживания и оттаивания без каких-либо признаков видимых повреждений: расслоений, выкрашивания углов и ребер и т.п. Водопоглощение плит из светложгущихся глин должно быть не более 12%, из остальных глин не более 14%. Цвет лицевых поверхностей плит должен соответствовать утвержденному эталону, видимая с расстояния 10 м разнотонность лицевой поверхности не допускается. Показатели внешнего вида, правила маркировки, хранения, транспортирования и приемки определяются ГОСТ 6664—59.

Плитки фасадные малогабаритные изготовляют с гладкой или фактурной наружной поверхностью. На тыльной стороне плитки делают углубления для лучшего сцепления с цементным раствором. Лицевая сторона может быть различного цвета, глазурованной или неглазуро-ванной.

Выпускаются плитки прямые (рядовые) и угловые. Всего предусмотрено по 4 размера этих плиток (табл. 10). Отклонения по размерам плиток не должны превышать по длине ±3, по ширине (высоте) ±2 и по толщине ±2 мм.

**15 Огнеупоры. Классификация. Сырьевые материалы для производства огнеупоров. Основы технологии**

**Огнеупорные материалы** — это материалы применяемые для проведения металлургических процессов (плавка, отжиг, обжиг, испарение и дистилляция), конструирования печей, высокотемпературных агрегатов (реакторы, двигатели, конструкционные элементы и др).

Огнеупорные материалы отличаются повышенной прочностью при высоких температурах, химической инертностью. По составу огнеупорные материалы это керамические смеси тугоплавких оксидов, силикатов, карбидов, нитридов, боридов. В качестве огнеупорного материала применяется углерод (кокс, графит). В основном это неметаллические материалы, обладающие огнеупорностью не ниже 1580°C, применяются практически везде где требуется ведение какого-либо процесса при высоких температурах.

**Классификация**

Огнеупоры подразделяются на формованные (изделия) и неформованные (порошки, мертели и т. д.), также их классифицируют по следующим признакам:

* огнеупорность
* пористость
* химико-минеральный состав
* область применения

**Классификация по огнеупорности**

* огнеупорные (огнеупорность от 1580 до 1770 ° С)
* высокоогнеупорные (от 1770 до 2000 ° С)
* высшей огнеупорности (более 2000 ° С)

**Классификация по пористости**

* особоплотные (открытая пористость до 3 %)
* высокоплотные (открытая пористость от 3 до 10 %)
* плотные (открытая пористость от 10 до 16 %)
* уплотненные (открытая пористость от 16 до 20 %)
* среднеплотные (открытая пористость от 20 до 30 %)
* низкоплотные (пористость от 30 % до 45 %)
* высокопористые (общая пористость от 45 до 75 %)
* ультрапористые (общая пористость более 75 %)]

**Классификация по химико-минеральному составу**

Следует различать кислые, нейтральные и основные огнеупоры. Более детальная классификация производится по их химическому составу:

* Кремнеземистые
* Алюмосиликатные
* Глиноземистые
* Глиноземоизвестковые
* Высокомагнезиальные
* Магнезиально-известковые
* Известковые
* Магнезиально-шпинелидные
* Магнезиально-силикатные
* Хромистые
* Цирконистые
* Оксидные
* Углеродистые
* Оксидоуглеродистые
* Карбидкремниевые
* Бескислородные

*Алюмосиликатные огнеупоры* (alumina-silica refractories) - огнеупоры, изготовленные преимущественно из А12О3 и SiO2. Алюмосиликатные огнеупоры подразделяют на полукислые (14-28% А12О3 ), шамотные (28-45%), высокоглиноземистые (49-95%) и применяют во многих тепловых агрегатах.

*Безобжиговые огнеупоры* (unburned refractories) - изделия из огнеупорных материалов и связки, приобретают требуемые свойства при сушке < 400°С (после нагрева изделий от 400 до 1000°С их называют термообработанными). Связкой могут быть глины, керамические суспензии, растворы фосфатов, щелочные силикаты (жидкое стекло), смолы термопластичные и термореактивные, эластомеры и другие безобжиговые огнеупоры по прочности и пластичности не уступают, а по термостойкости превосходят обожженные огнеупоры. Наиболее широко применяют следующие безобжиговые огнеупоры: кремнеземистые бетонные блоки (для нагревательных колодцев), шамот и высокоглиноземные (для обжиговых агрегатов), магнезиальноизвестковые на смоляной (пековой) связке (для сталеплавильных конвертеров) периклазовые и периклазохромитовые (для сталеразливочных стаканов), магнезиальные в стальных кассетах.

*Бескислородные огнеупоры* (non-oxygenous refractories) - огнеупоры, изготовленные из тугоплавких бескислородных соединений: карбидов, нитридов, боридов, силицидов, сульфидов. Технология бескислородных огнеупоров включает приготовление порошков бескислородных соединений, формование из них изделий с добавлением связки и последующий обжиг при высоких температуpax. Применение бескислородных огнеупоров при высоких температуpax в окислительной атмосфере ограничено.

*Волокнистые огнеупоры* (fibrous refractories) - теплоизоляционные, состоящие из волокон огнеупоры в виде формованных (плиты, блоки, листы и др.) с неорганической или органической связкой и неформованных (вата, войлок и др.) изделий. Волокнистые огнеупоры изготовляют преимущественно из высоко-глиноземного и глиноземного стекловолокна и из корундового, поликристалличического волокна, а также из ZrO2 и др. оксидов. Волокнистые огнеупоры применяют для теплоизоляции и футеровки тепловых агрегатов, а также для заполнения компенсационных швов.

*Высокоглиноземистые огнеупоры* (high-alumina refractories) - алюмосиликатные огнеупоры, содержащие > 45% А12О3. Высокоглиноземистые огнеупоры подразделяются на муллитокремнеземистые (МКР, 45-62% А12О3), муллитовые (МЛ, 62-72%) и муллитокорундные (МК, 72-90%). Изделия МКР изготавливают на основе шамота из бокситов, глин и бокситов, а также концентратов высокоглиноземистых алюмосиликатов, МЛ и МК - на основе технического глинозема, электрокорунда, маложелезистых бокситов, богатых глиноземом. Высокоглиноземистые огнеупоры применяют для футеровки сталеразливочных, промежуточных и чугуновозных ковшей, скользящих затворов ковшей, сводов электродуговых печей, лещади и горна домен, печей, воздухонагревателей нагревательных печей и др. тепловых агрегатов с рабочей температурой выше 1300-1350°С, а также в качестве стаканов для разливки стали, трубок для термопар и др. Неформованные высокоглиноземистые огнеупоры типа МЛ и МК применяют в виде набивных масс (для сталеразливочных ковшей), заполнителей огнеупорных бетонов, мертелей и т.п.

*Высокоглиноземистые (корундовые) огнеупоры* (high-alumina (corundum) refractories) - огнеупоры, содержащие > 95% А12О3. Корундовые огнеупоры изготавливают из порошков электроплавкого корунда и технического глинозема, формуют разными способами и обжигают при 1600-1750°C. Корундовые огнеупоры применяют в агрегатах с рабочей температурой до 1750-1800°С, они обеспечивают необходимую стойкость в условиях контакта со шлаком, жидким металлом, расплавом стекла, щелочами и кислотами. Из корундовых огнеупоров изготовляют корундовые плиты для шиберных затворов сталеразливочных ковшей, изделия для футеровки камер вакууматоров стали, насадки высокотемпературных воздухонагревателей, чехлы термопар, тигли для плавки стекол, металлов и др. Неформовованные корундовые огнеупоры - мертели и бетоны с корундовым заполнителем применяют для футеровки патрубков вакууматоров стали, а массы и обмазки - для изгототовления и ремонта огнеупорных футеровок с рабочей температурой > 1700°С.

*Известковопериклазовые (доломитовые) огнеупоры* (lime-periclase (dolomite) refractories) - огнеупоры, изготовленные из доломита, в т.ч. с добавлением периклазового порошка с массовой долей MgO - 10-50% и СаО - 45-85%. Безобжиговые известковопериклазовые огнеупоры изготавливают формованием порошков обожженного доломита на органической связке (каменноугольная смола, пекбез или с термической обработкой при 300-600°С); огнеупорность их > 2000°С. Изготовляют также известковопериклазовые огнеупоры, обожженные при 1500-1750°С и сохранившие частично свобобные СаО. Известковопериклазовые огнеупоры устойчивы при взаимодействии с основными шлаками. Безобжиговые известковопериклазовые огнеупоры применяют для футеровки сталеплавильных конвертеров, а обожженные известковопериклазовые огнеупоры - сталеплавильных печей, сталеразливочных ковшей и т.п. Используют неформовованные известковопериклазовые огнеупоры (массы из обожженного доломита со связкой) для набивки блочных и монолитных футеровок электросталеплавильных печей, конвертеров, сталеразливочных ковшей и др.

*Карбидкремниевые огнеупоры* (silicon-carbide refractiries) - огнеупоры, изготовленные на основе SiC (> 70%). Карбидкремниевые огнеупоры применяют для изготовления муфелей, рекуператоров, чехлов термопар и др.; футеровки электрических нагревательных колодцев, агрегатов производства цинка и алюминия, циклонов трубопроводов и т.п. Карбидкремниевые огнеупоры на нитридной и оксинитридной связке используют также для футеровки нижней части шахты домен, печей. Неформованные карбидкремниевые огнеупоры применяют для покрытий щитовых экранов котельных топок, в виде мертелей и масс при выполнении огнеупорной кладки.

*Кремнеземистые огнеупоры* (silicons refractories) - огнеупоры, содержащие > 80% SiO2. К ним относят наиболее распространенные динасовые и кварцевые огнеупоры, а также кварц, стекло.

*Динасовые огнеупоры содержат* > 93% SiO2 или 80-93% SiO2 (при изготовлении с добавками) и изготовливаются из кварцитов. В порошок кварцита добавляют известковое молоко и железистые добавки, формуют на прессах изделия задан, размеров и обжигают при 1430-1460°С. Динасовые огнеупоры применяют для футеровки коксовых, стекловар, печей, воздухонагревателей, а также ряда плавильных агрегатов в ЦМ и др. Неформованные динасовые огнеупоры - мертели, материалы для обмазок и т.п. изготавливают из молотых боя динас, огнеупоров и кварцитов, применяют при выполнении и ремонте кладки.

*Кварцевое стекло* - переохлажденный расплав природного (песок, жильный кварц, горный хрусталь и др.) или синтетического кремнезема, содержащего > 99% SiO2, применяют для изготовления стекловарных печей (в виде блоков), ламп инфракрасного нагрева, защитных чехлов термопар и др. Из кварцевого стекла путем измельчения, формования и обжига (а также без обжига) изготавливают также термостойкие огнеупорные изделия (так называемая кварцевая керамика), используют в качестве погружных стаканов и защитных труб при разливке стали, в лабораторной практике и др.

*Легковесные огнеупоры* (lightweight refractories) - огнеупоры с высокой (45-85%) пористостью. Легковесные огнеупоры подразделяют на: шамотные, высокоглиноземные, динасовые, глиноземные (корундовые) и другие типы. Основа технологии изготовления: введение в шихту измельченных выгорающих добавок (древесных опилок, лигнина, кокса, полистирола и др.) и формование изделий пластичным или полусухим способами; смешивание суспензий из огнеупорных порошков с пеной из клеевого раствора с поверхностно-активной добавкой, химическое газообразование и вспучивание суспензии, содержащей стабилизатор, разливка в форму; формование изделий из легковесных заполнителей (пористых зерен, пустотелых сфер) с добавлением связующего. Заключительная стадия - обжиг при > 1250°С. Легковесные огнеупоры применяют в качестве теплоизоляционных материалов для футеровки стен и сводов нагревательных и обжиговых печей, котельных топок и др. Экономия энергоресурсов от применения легковесных огнеупоров по сравнению с обычными 10-30%. Высокоогнеупорные легковесные огнеупоры на основе оксидов применяют в вакуумной технике, высокотемпературных печах, силовых установках легательных аппаратов и др. Неформованные легковесные огнеупоры в виде засыпок из зернистых материалов, в т.ч. из пустотелых гранул применяют для внешней теплоизоляции тепловых агрегатов.

*Магнезиальные огнеупоры* (magnesia refractories) - огнеупоры, содержащие в основе MgO. К ним относят: магнезиальносиликатные (45-85%), магнезиальношпинелидные (40-85%) и магнезиальноизвестковые (10-85%). Магнезиальные огнеупоры изготовляют из обожженных и частично сырых материалов с добавлением связки и обжигом при 1500-1900°С. Магнезиальные огнеупоры имеют высокую стойкость при взаимодействии с расплавами металлов и основных шлаков, широко применяются для футеровки металлургических и других агрегатов.

*Магнезиальносиликатные огнеупоры* (magnesia-silica refractories) - огнеупоры, состоящие в основном из форстерита (Mg2(SiO4)) и содержащие 50-60% MgO, 25-40% SiO2. Магнезиальносиликатные огнеупоры формуют со связующей добавкой и обжигают при 1450-1550°С (или используют без обжига). Основные свойства магнезиальносиликатных огнеупоров: пористость открытая 22-28%, температуpa начала размягчения под нагрузкой - до 1610-1620°С. Магнезиальносиликатные огнеупоры применяют для футеровки насадок регенераторов мартенов, и стекловарных печей, сталеразливочных ковшей (в т.ч. в виде набивных масс), плавильных агрегатов ЦМ, а также для изготовления сталеразливочных стаканов и др. Неформованные магнезиальносиликатные огнеупоры могут применяться как добавка в металлургических порошках.

*Магнезиальношпинелидные огнеупоры* (magnesia spinel refractories) - огнеупоры, состящие из периклаза и хромшпинелида MgO. Сг2О3 (в т.ч. со шпинелью MgO o А12О3). Периклазохромитовые огнеупоры содержат > 60% MgO и 5-20% Сг2О3. Периклазохромитовые огнеупоры формуют и обжигают при 1700-1850°С. Для высококачественных периклазохромитовых огнеупоров используют MgO чистотой > 96% и концентраты хромита. Периклазохромитовые огнеупоры применяют для футеровки сводов сталеплавильных печей, вакууматоров стали, кислородных конвертеров (горловина, летки), сталеразливочных ковшей (шлак, пояс), медеплавильных агрегатов, высокотемпературных обжиговых печей и др.). К магнезиальношпинелидным огнеупорам (также относят: хромитопериклазовые, изготовляемые из смеси периклазового порошка с хромитовой рудой и содержащие 40-60% MgO и 15-35% Сг2О3; периклазошпинельные (> 40% MgO и 5-55% А12О3), шпинельные, состоящие в основном из шпинели состава MgO и хромитовые огнеупоры. Магнезиальношпинелидные огнеупоры этих типов используют взамен более дорогостоящих магнезиальношпинелидных периклазохромитовых огнеупоров для футеровки менее ответственных частей (участков) сталеплавильных агрегатов, обжиговых печей и др. Применяют безобжиговые магнезиальношпинелидные огнеупоры для изготовления сталеразливочных стаканов и др.

*Неформованные огнеупоры* (non-shaped refractories) - огнеупоры, изготовленные без определенной форм и размеров в виде кусковых, порошковых и волокнистых материалов, а также паст и суспензий. К ним относят: металлургические заправочные порошки, заполнители и мелкозернистые компоненты для огнеупорных бетонов, огнеупорные цементы, бетонные смеси и готовые к применению массы, мертели, материалы для покрытий (в т.ч. торкрет-массы), некоторые виды волокнистых огнеупоров. Неформованные огнеупоры могут быть сухими, полусухими, пластичными и жидкотекучими. Неформованные огнеупоры применяют для выполнения и ремонта футеровок сталеразливочных ковшей (набивные и наливные кремнеземные, высокоглиноземные и магнезиальные массы); конвертеров (торкрет-массы), нагревательных и обжиговых печей (шамот, и высокоглиноземные массы), индукционных печей (корундовые и периклазовые массы), коксовых печей (обмазки), подин мартен, и электродуговых печей (заправочные порошки) и т. д. Неформованные огнеупоры применяют для рабочего слоя футеровки промежуточных и сталеразливочных ковшей, стен и сводов мартеновских печей, в набивных частях футеровки вакууматоров, печей ЦМ и др.

*Оксидные огнеупоры* (oxide refractories) - огнеупоры, содержащие > 97% высокоогнеупорных оксидов или их соединений и твердых растворов. Формованные оксидные огнеупоры изготовляют преимущественно из тонкозернистых порошков прессов, или литьем из суспензий с последующим обжигом, а неформованные оксидные огнеупоры - измельчением оксидов, обычно после предварительного обжига и введения необходимых добавок. В металлургии оксидные огнеупоры применяют в виде изделий из технической керамики для аппаратуры при измерении высоких температур, датчиков контроля масс, доли кислорода в стали, тиглей для лабораторных плавильных печей, вкладышей в разлив, устройствах и др.

*Периклазовые огнеупоры* (periclase (mag-nesite) refractories) - магнезиальные огнеупоры, содержащие > 85% MgO. Периклазовые огнеупоры изготовляют из периклазового порошка с добавлением клеящей связки обжигом при 1600-1900°С; для безобжиговыех периклазовых огнеупоров используют связки из лигносульфонатового сульфата магния и др. Периклазовые огнеупоры применяют для футеровки стенок мартеновских печей, миксеров, печей для плавки меди и никеля, высокотемпературных нагревательных печей, леток кислородных конвертеров и др., а также в виде плит шиберных затворов сталеразливочных ковшей, стаканов для разливки сталей, пористых фурм для продувки стали газами и т.п. Неформованные периклазовые огнеупоры используют для изготовления мертеля, металлургических (заправочных) порошков, набивных масс для вакууматоров стали, индукционных печей и др.

*Периклазоуглеродистые огнеупоры* (periclase (magnesite)-carbon refractories) - огнеупоры, изготовленные из периклазового порошка с добавлением 6-25% природного или искусственного графита и органической связки (например, фенольной порошкообразной с этиленгли-колем или бакелита). Периклазоуглеродистые огнеупоры применяют для футеровки устройств для подачи газа снизу в конвертерах с комбинированной продувкой и ответственных участков стен мощных электродуговых печей; для шлакового пояса электродуговых печей и сталеразливочных ковшей, а также шиберных затворов.

*Плавленые огнеупоры* (fused refractories) - огнеупоры, изготовленные расплавлением огнеупорных материалов и разливкой в формы. Для плавки большинства огнеупорных материалов используют электродуговые печи, а кварца - печи сопротивления и кислородные горелки. Корундовые и корундомуллитовые плавленые огнеупоры применяют в виде блоков для изготовления подин нагреватательных печей и колодцев, днищ вакуум-камер и др., бадделеитокорундовые кварцевые плавленые огнеупоры - для футеровки стекловарных печей. Порошки плавленых периклаза, глинозема и шпинелей используют для изготовления огнеупорных изделий и бетонов. Корундовые порошки из глинозема и боксита применяются также в производстве абразивов.

*Полукислые огнеупоры* (semi-silicious (silica-acid) refractories) - алюмосиликатные огнеупоры с массовой долей А12О3 от 14 до 28 %. Полукислые огнеупоры применяют преимущественно для малоответственных участков футеровок металлургических агрегатов, в т.ч. коксовых печей, в виде капсул для определения серы и углерода в чугуне, стали и др.

*Смолодоломитовые огнеупоры* (tar-dolomite refractories) - формованные на прессах изделия из порошка обожженного доломита (крупность зерен до 6-8 мм), смешанного при нагревании до 100-120°С с 4-6% каменноугольной смолы или пека. Смолодоломитовые огнеупоры имеют кажущуюся плотность 2800-2900 кг/м3, предел прочности при сжатии 2000-4000 МПа, устойчивы против основных шлаков. При добавке в массу магнезитового порошка изделие называются смолодоломитомагнезитовыми. Смолодоломитовые огнеупоры применяются для футеровки кислородных конвертеров. Иногда смолодоломитовые огнеупоры применяют в кладке дуговых сталеплавильных печей.

*Смоломагнезитовые огнеупоры* (tar-magnesite refractories) - изделия и массы, приготовленной из обожженного магнезитового (периклазового) порошка смешением при нагреве до 100-120°С с 4-6% каменноугольной смолы или пека. При содержании примеси < 2-3 % СаО стойки к гидратации на воздухе; применение аналогично смолодоломитовым огнеупорам.

*Углеродистые огнеупоры* (carbon refractories) - огнеупоры, состоящие преимущественно из свободного углерода или содержащие углерод в качестве основного компонента. К углеродистым огнеупорам относят: угольные и графитированные блоки, изготовленные из кокса и термоантрацита с каменноугольной смолой, пеком, битумом, антрацитовым маслом, обжигаемые при 1100-1450°С; графитированные изделия из нефтяного кокса с графитовой структурой и малым содержанием золы, получаемые обжигом при > 2000°С; пирографит - продукт разложения углеродсодержащего газа на нагретой поверхности и др. К углеродистым огнеупорам относят также углеродсодержащие огнеупоры, изготовленные из графита, огнеупорной глины, шамота (в т.ч. высокоглиноземистого), корунда и т.п. Углеродистые огнеупоры отличаются высокой теплопроводностью, низким ТКЛР, хорошей стойкостью при взаимодействии с расплавами металлов и шлаками. Углеродистые огнеупоры применяют для футеровки нижнего строения домен, печей, электротермических печей, агрегатов для плавки свинца, меди и др., а также для изготовления погружных стаканов, стопоров-моноблоков, вкладышей для изложниц, тиглей для плавки цветных металлов и др. Неформованные углеродистые огнеупоры из коксрвых порошков на каменноугольной смоле применяют для заполнения швов кладки, углеродсодержащие - для футеровки желобов домен, печей и др.

*Шамотные огнеупоры* (fireclay refractories) - алюмосиликатные огнеупоры, содержащие 28-45% А12О3 и 50-70 SiO2. Технология производства формованных шамотных огнеупоров включает: обжиг глины (каолина) при 1300-1500°С во вращающихся или шахтных печах, измельчение полученного шамота, смешивание со связующей глиной и водой (иногда с добавлением других связующих материалов), формование, сушку и обжиг при 1300-1400°С. Шамотные огнеупоры применяют для футеровки доменных печей, сталеразливочных ковшей, нагревательных и обжиговых печей, котельных топок и др., а также для изготовления сифонных изделий для разливки стали. Неформованные шамотные огнеупоры изготовляют из измельчения шамота и связующих материалов и применяют в виде мертелей, набивных масс, порошков, заполнителей бетонов и др. при выполнении и ремонте огнеупорных футеровок разных тепловых агрегатов.

**16 Искусственные пористые заполнители, основы технологии производства, основные виды и свойства легких заполнителей**

В зависимости от происхождения пористые заполнители делят па природные и искусственные. Природные заполнители получают путем рассева или частичного дробления и рассева пористых горных пород вулканического или осадочного происхождения. К заполнителям вулканического происхождения относят щебень и песок из пемзы, вулканического шлака и вулканического туфа. Заполнителями осадочного происхождения являются: щебень и песок из пористых известняков и доломитов, известняков-ракушечников, известковых туфов, диатомита, трепела и др. Искусственные заполнители получают путем термической обработки силикатного сырья с последующим дроблением и рассевом, разделяют на две подгруппы: отходы промышленности и специально изготовленные заполнители. Заполнители —отходы промышленности — щебень и песок из топливных шлаков, а также из отвального металлургического шлака. К специально изготовленным заполнителям относят: керамзитовый гравий и песок, гравий полый керамический, аглопоритовый щебень и песок, шлаковую пемзу, гранулированный доменный шлак, щебень и песок из вспученных перлита и вермикулита и др. Важнейшими характеристиками пористых заполнителей являются их объемная масса и прочность при сжатии.

Из применяемых для легких бетонов пористых заполнителей наиболее экономичными являются природные в том случае, когда не требуется их транспортировка (местные материалы). Однако в большинстве случаев значительно больший эффект применения в легких бетонах имеют искусственные заполнители.

**17 Сухой, пластический и шликерный способы производства керамзита**

Керамзитовый гравий (керамзит) представляет собой пористый материал округлой формы с оплавленной поверхностью, получаемый в результате вспучивания глин при обжиге. Аглопоритовый щебень (аглопорит) — пористый кусковой материал, получаемый методом спекания на решетках агломерационных машин различного силикатного сырья. После спекания отходов от переработки и сжигания угля, а также глинистого сырья, на агломерационных решетках образуется пористая глыба, которая и подвергается дроблению и рассеву. Щебень должен выдержать не менее 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Преимуществом аглопоритового щебня по сравнению с керамзитом является более широкое распространение исходного сырья. Однако этот щебень отличается значительной открытой пористостью, что требует большего расхода цемента, чем в бетонах на керамзитовом заполнителе, и повышает объемную массу бетона.

Сущность технологического процесса производства керамзита состоит в обжиге глиняных гранул по оптимальному режиму. Для вспучивания глиняной гранулы нужно, чтобы активное газовыделение совпало по времени с переходом глины в пиропластическое состояние. Между тем в обычных условиях газообразование при обжиге глин происходит в основном при более низких температурах, чем их пиропластическое размягчение. Например, температура диссоциации карбоната магния — до 600°С, карбоната кальция — до 950 °С, дегидратация глинистых минералов происходит в основном при температуре до 800 °С, а выгорание органических примесей еще ранее, реакции восстановления окислов железа развиваются при температуре порядка 900 °С, тогда как в пиропластическое состояние глины переходят при температурах, как правило, выше 1100 °С.

Различают четыре основные технологические схемы подготовки сырцовых гранул, или четыре способа производства керамзита: сухой, пластический, порошково-пластический и мокрый.

Сухой способ используют при наличии камнеподобного глинистого сырья (плотные сухие глинистые породы, глинистые сланцы). Он наиболее прост: сырье дробится и направляется во вращающуюся печь. Предварительно необходимо отсеять мелочь и слишком крупные куски, направив последние на дополнительное дробление. Этот способ оправдывает себя, если исходная порода однородна, не содержит вредных включений и характеризуется достаточно высоким коэффициентом вспучивания.

Наибольшее распространение получил пластический способ. Рыхлое глинистое сырье по этому способу перерабатывается в увлажненном состоянии в вальцах, глиномешалках и других агрегатах (как в производстве кирпича). Затем из пластичной глиномассы на дырчатых вальцах или ленточных шнековых прессах формуются сырцовые гранулы в виде цилиндриков, которые при дальнейшей транспортировке или при специальной обработке окатываются, округляются.

Качество сырцовых гранул во многом определяет качество готового керамзита. Поэтому целесообразна тщательная переработка глинистого сырья и формование плотных гранул одинакового размера. Размер гранул задается исходя из требуемой крупности керамзитового гравия и установленного для данного сырья коэффициента вспучивания.

Гранулы с влажностью примерно 20% могут сразу направляться во вращающуюся печь или, что выгоднее, предварительно подсушиваться в сушильных барабанах, в других теплообменных устройствах с использованием тепла отходящих дымовых газов вращающейся печи. При подаче в печь подсушенных гранул ее производительность может быть повышена.

Таким образом, производство керамзита по пластическому способу сложнее, чем по сухому, более энергоемко, требует значительных капиталовложений, но, с другой стороны, переработка глинистого сырья с разрушением его естественной структуры, усреднение, гомогенизация, а также возможность улучшения его добавками позволяют увеличить коэффициент вспучивания.

Порошково-пластический способ отличается от пластического тем, что вначале помолом сухого глинистого сырья получают порошок, а потом из этого порошка при добавлении воды получают пластичную глиномассу, из которой формуют гранулы, как описано выше. Необходимость помола связана с дополнительными затратами. Кроме того, если сырье недостаточно сухое, требуется его сушка перед помолом. Но в ряде случаев этот способ подготовки сырья целесообразен: если сырье неоднородно по составу, то в порошкообразном состоянии его легче перемешать и гомогенизировать; если требуется вводить добавки, то при помоле их легче равномерно распределить; если в сырье есть вредные включения зерен известняка, гипса, то в размолотом и распределенном по всему объему состоянии они уже не опасны; если такая тщательная переработка сырья приводит к улучшению вспучивания, то повышенный выход керамзита и его более высокое качество оправдывают произведенные затраты.

Мокрый (шликерный) способ заключается в разведении глины в воде в специальных больших емкостях — глиноболтушках. Влажность получаемой пульпы (шликера, шлама) примерно 50%. Пульпа насосами подается в шламбассейны и оттуда — во вращающиеся печи. В этом случае в части вращающейся печи устраивается завеса из подвешенных цепей. Цепи служат теплообменником: они нагреваются уходящими из печи газами и подсушивают пульпу, затем разбивают подсыхающую «кашу» на гранулы, которые окатываются, окончательно высыхают, нагреваются и вспучиваются. Недостаток этого способа — повышенный расход топлива, связанный с большой начальной влажностью шликера. Преимуществами являются достижение однородности сырьевой пульпы, возможность и простота введения и тщательного распределения добавок, простота удаления из сырья каменистых включений и зерен известняка. Этот способ рекомендуется при высокой карьерной влажности глины, когда она выше формовочной (при пластическом формовании гранул). Он может быть применен также в сочетании с гидромеханизированной добычей глины и подачей ее на завод в виде пульпы по трубам вместо применяемой сейчас разработки экскаваторами с перевозкой автотранспортом.

Керамзит, получаемый по любому из описанных выше способов, после обжига необходимо охладить. Установлено, что от скорости охлаждения зависят прочностные свойства керамзита. При слишком быстром охлаждении керамзита его зерна могут растрескаться или же в них сохранятся остаточные напряжения, которые могут проявиться в бетоне. С другой стороны, и при слишком медленном охлаждении керамзита сразу после вспучивания возможно снижение его качества из-за смятия размягченных гранул, а также в связи с окислительными процессами, в результате которых FeO переходит в Fe2O3, что сопровождается деструкцией и снижением прочности.

Сразу после вспучивания желательно быстрое охлаждение керамзита до температуры 800—900 °С для закрепления структуры и предотвращения окисления закисного железа. Затем рекомендуется медленное охлаждение до температуры 600—700 °С в течение 20 мин для обеспечений затвердевания стеклофазы без больших термических напряжений, а также формирования в ней кристаллических минералов, повышающих прочность керамзита. Далее возможно сравнительно быстрое охлаждение керамзита в течение нескольких минут.

Первый этап охлаждения керамзита осуществляется еще в пределах вращающейся печи поступающим в нее воздухом. Затем керамзит охлаждается воздухом в барабанных, слоевых холодильниках, аэрожелобах.

Для фракционирования керамзитового гравия используют грохоты, преимущественно барабанные — цилиндрические или многогранные (бураты).

Внутризаводской транспорт керамзита — конвейерный (ленточные транспортеры), иногда пневматический (потоком воздуха по трубам). При пневмотранспорте возможно повреждение поверхности гранул и их дробление. Поэтому этот удобный и во многих отношениях эффективный вид транспорта керамзита не получил широкого распространения.

**18Основы технологии аглопорита**

Аглопорит получают спеканием (агломерацией) сырья. Этот способ широко применяют в металлургической промышленности для агломерации руд. Сущность процесса состоит в следующем.

Из сырья с добавкой топлива (угля) готовят рыхлую шихту и укладывают ее на колосниковую решетку. Под решеткой в вакуум-камере отсосом воздуха вентилятором (дымососом) создают разрежение, благодаря которому происходит просос воздуха через шихту. Сверху шихту поджигают. За счет горения угля в ней создается высокая температура (до 1400... 1500°С). При этом шихта спекается в пористую остеклованную массу. Процесс спекания осуществляется сравнительно быстро. Горячие газы, отсасываемые вниз, подогревают нижележащие слои шихты, и зона горения постепенно передвигается к колосниковой решетке. Верхние спекшиеся слои в это время несколько охлаждаются просасываемым воздухом. Когда зона горения топлива доходит до колосниковой решетки и процесс агломерации завершается, получают спекшийся аглопоритовый корж, который дробят на щебень и песок.

В промышленных условиях при производстве аглопорита из глинистых пород шихту готовят следующим образом. Глинистое сырье, дробленный каменный уголь (крупность не более 5 мм), а также добавки (о которых будет сказано ниже) смешивают в определенной пропорции. Массовая доля угля составляет, как правило, 7... 12%.

Если глинистое сырье сухое, то в глиномешалку подается вода. Перемешанная шихта должна иметь рыхлую комковатую структуру. В специальных машинах — грануляторах (например, в барабанном грануляторе, работающем по принципу окатывания комочков во вращающемся барабане) шихта гранулируется.

Подготовленная шихта спекается на агломерационной машине, которая представляет собой непрерывно движущийся конвейер из тележек-палет, имеющих в основании колосниковую решетку из жаропрочной стали и борта с обеих сторон. Верхняя ветвь конвейера движется по рельсам над вакуум-камерами.

Шихта загружается на колосниковую решетку слоем 200 ... 300 мм и зажигается, проходя под горном, где за счет горения подаваемого туда жидкого или газообразного топлива создается температура примерно 1000° С. Далее, продвигаясь над вакуум-камерами, шихта благодаря прососу воздуха спекается. С машины сходит спекшийся корж.

Корж, как правило, неоднороден: внутри спекание полное, корж в изломе темного цвета (восстановительная среда определяет переход оксидов железа в закись, и это способствует лучшему спеканию), а на поверхности (избыток воздуха, окислительная среда, ниже температура обжига) образуется как называемый недожог буро-красноватого цвета с пониженными прочностью и стойкостью. Поэтому первой операцией после спекания шихты на агломерационной решетке является отделение недожога. Корж разламывается на куски специальным устройством — коржеломателем (вал с редко насаженными билами), куски падают на решетку, слабоспекшиеся частицы при этом осыпаются и возвращаются в технологический процесс как добавка к сырью, улучшающая газопроницаемость и спекание шихты.

В качестве добавок, способствующих повышению скорости спекания глинистого сырья и, следовательно, повышению производительности агломерационных машин, а также улучшению качества аглопорита, используют древесные опилки, лигнин (отход гидролиза древесины), золу и другие отходы промышленности.

После отделения недожога (возврата) аглопорит охлаждают до температуры 80... 120°С, дробят и сортируют на щебень и песок.

Принципиальная технологическая схема производства аглопоритового щебня и песка. Помимо показанного на схеме шахтного холодильника для охлаждения аглопорита применяют ленточные (металлический транспортер с перфорированным дном), чашевые (кольцевой бункер с двумя жалюзийными цилиндрическими стенками) и барабанные холодильники.

При использовании в качестве основного сырья отходов углеобогащения в технологическую схему вносятся изменения, касающиеся подготовки исходных материалов. Отходы углеобогащения измельчают дроблением в две стадии с промежуточным грохочением, получая зерна размером не более 2,5 мм. Глину добавляют в виде сухого компонента (крупность -до 3 мм) или глиняного шликера. Прочность керамического материала, заполняющего межпоровое пространство аглопорита и керамзита (оплавленной массы, состоящей из стекловидной фазы с кристаллическими включениями), примерно одинакова. Поэтому при равной плотности зерен прочность аглопорита и керамзита в бетоне близка

**19 Свойства аглопорита**

Особенность аглопорита, как и многих других пористых заполнителей, в том, что с уменьшением размеров фракции аглопоритового щебня или песка возрастает ее насыпная плотность. Это объясняется следующим. В аглопорите имеются поры различных размеров: от мельчайших до 3 мм и более. При дроблении аглопорита разрушение идет, в первую очередь, по более крупным порам, поэтому чем мельче фракции, тем меньше пористость зерен, больше их плотность и прочность.

Минский аглопорит различных фракций имеет следующую насыпную плотность: щебень фракции 20 ...40 мм — 500... 600 кг/м3; фракции 10...20 мм —600...700 кг/м3; фракции 5... 10 мм —700... 800 кг/м3; песок до 5 мм — до 1000 кг/м3.

Межзерновая пустотность аглопоритового щебня составляет 50...60%, (для высшей категории качества — не более 50%), следовательно, плотность зерен в 2 раза и более превышает насыпную плотность щебня.

Пористость зерен аглопоритового щебня находится в пределах 40...60%.

Коэффициент формы зерен в среднем не должен превышать 2,5 (для высшей категории качества — 2).

В отличие от керамзитового гравия аглопоритовый щебень характеризуется большей долей открытых пор (15...20%), заполняемых в бетоне водой и цементным тестом. Это приводит к" некоторому повышению расхода цемента, но одновременно способствует упрочнению заполнителя и сцеплению его с цементным камнем, что благоприятно сказывается на возможности получения высокопрочного аглопорито-бетона. Аглопорит отличается сравнительно высокой однородностью по насыпной плотности и прочности, что создает предпосылки для его эффективного применения в бетоне. В соответствии с государственным стандартом к аглопориту предъявляется ряд требований по обеспечению стойкости и долговечности. Аглопоритовый щебень испытывается на стойкость к силикатному распаду, морозостойкость и т. д. Ограничивается наличие остатков невыгоревшего топлива: потеря массы при прокаливании пробы аглопоритового щебня не должна превышать 3%. Для ограничения содержания в аглопоритовом щебне слабообожженных зерен предусматривается его испытание в растворе сернокислого атрия с допускаемой потерей массы после трех циклов насыщения высушивания не более 5%.

Насыпная плотность аглопоритового гравия — 550 ... 800 кг/м3, предел прочности при сдавливании в цилиндре—1,2 ...4,5 МПа.

Основным сырьем для производства аглопорита на действующих предприятиях являются глинистые породы. Пригодные для агломерации глинистые породы (суглинки, супеси, лёсс и т. д.) имеются почти повсеместно, поэтому производство аглопорита из местного сырья можно организовать в различных районах, где требуется этот строительный материал.

**20 Керамическая фасадная плитка и ее классификация**

**Керамическая плитка**, один из наиболее древнейших строительных материалов, но несмотря на свой возраст она до сих пор не выходит из моды. Например, только в России в 1999 году ее было продано 160 миллионов квадратных метров. Новейшие материалы для облицовки стен и полов, не способны ее вытеснить из наших жилищ, во многом это из-за того, что плитка обладает просто незаменимыми свойствами.

Во-первых, это очень прочный материал. Если он правильно уложен, то предел его прочности при ‘сосредоточенной нагрузке’ в 10-20 раз превосходит возможности цемента или железобетона и может достигать 30 тысяч тонн на квадратный метр.

Во-вторых, высокий показатель жесткости позволяет керамической плитке не гнуться и не деформироваться, даже при очень высоких нагрузках на разрыв. И чем толще **керамическая плитка**, тем выше этот показатель.

В-третьих, этот материал обладает свойствами огнеупорности и огнестойкости. Благодаря огнеупорности плитку можно использовать для облицовки печей и каминов. Она вообще не горит и защищает облицованную поверхность, а при нагревании не выделяет ядовитых веществ.

К тому же, **керамическая плитка** не проводит электрический ток, не подвергается разрушению при соприкосновение с химическими веществами (единственный враг – фтористо-водородная кислота), не изменяет своего цвета при воздействии солнечных лучей. Она – один из самых гигиеничных материалов, на котором не могут долго существовать микробы.

## Классификация керамической плитки.

**Керамическая плитка классифицируется** :

* Из какого сырья произведена (красная или белая глина).
* Какую основу имеет (пористая или плотная).
* Какой вид покрытия имеет (глазурованная или не покрытая глазурью).

**Плитка однократного обжига.** Такая плитка после формования подсушивается. Затем на подсушенную плитку наносится глазурь и далее для обеспечения прочности плитки и хорошего прилипания к ней глазури она подвергается обжигу. Существует несколько видов плитки однократного обжига.

**Слабопористая плитка.** Слабо пористая плитка используется для облицовки полов внутри и снаружи помещения. Характеризуется высокой стойкостью к механическому воздействию и морозу. В процессе обжига слабо пористая плитка подвергаются повышенной усадке, и продается ссортированными по размерам партиями.

**Высокопористая плитка.** При изготовлении вносятся специальные добавки, уменьшающие усадку в процессе обжига. Для такой плитки возможна очень плотная укладка (с узким швом). Эта плитка имеет повышенную пористость, большее водопоглощение и низкую механическую прочность, поэтому пригодна только для облицовки стен.

**Плитка из фарфоровой керамики.** Плитка из фарфоровой керамики имеет несколько названий: керамический гранит, грес, колормасса. Свое название фарфоровая плитка получила из-за схожести состава глиняного теста с составом смеси фарфора. Исходными компонентами состава являются каолин, полевой шпат нескольких видов и кварц.

Плитка из фарфоровой керамики имеет очень плотную, почти стеклянную, поверхность, поэтому не подвергается глазурованию. С поверхности плитки легко удаляются практически любые пятна. Помимо этого плитка имеет очень высокую механическую прочность. Для получения различных оттенков и эстетических эффектов в массу смеси при изготовлении добавляют окрашивающие вещества, ими служат, как правило, окислы различных металлов.

Фарфоровая плитка главным образом используется для облицовки полов, подлежащих интенсивному износу и требующих повышенной стойкости к холоду и воздействию химических веществ. Для повышения эстетической ценности фарфоровую плитку можно полировать, но при этом снижается ее прочность. В редких случаях фарфоровая плитка подвергается глазурованию и однократному обжигу.

**Плитка, глазурованная под давлением.** Глазуровка смеси под давлением производится одновременно с приготовлением самой смеси. Слой глазури подвергается прессованию вместе со смесью и далее обжигается. Плитка, глазурованная под давлением имеет низкую пористость. Слой глазури более толстый, чем у других видов плитки, позволяет использовать ее для облицовки полов, подвергаемых высоким нагрузкам при интенсивном движении.

**Плитка двукратного обжига.** При применении двукратного обжига глазурь наносится на обожженные плитки, затем плитки подвергаются вторичному обжигу. Плитка имеет более высокую себестоимость по сравнению с плиткой однократного обжига. Но имеет более гладкую и блестящую поверхность, в этом ее технологическое преимущество. Она используется для облицовки стен и пола. При обработке плитки однократным обжигом, в процессе обжига через глазурь проходит газ, образующийся в толще глины при спекании. Он оставляет на блестящей поверхности плитки мелкие следы в форме мелких бугорков, трещин. При обработке плитки двукратным обжигом таких дефектов на глазурованной поверхности не возникает. Недостатком плитки двукратного обжига является невозможность изготовления малопористых изделий, поскольку невозможна глазуровка обожженной низкопористой плитки.

**Клинкерная плитка.** Клинкерная плитка изготавливается из неоднородных видов глины с добавлением окислов-красителей, флюсов и шамота. Шамотом называется глина, обожженная до потери пластичности.

При формовке изделие подвергается или не подвергается глазурованию. Возможно применение способа однократного обжига. В готовом виде эта плитка имеет низкую пористость, высокую механическую прочность и стойкость к истиранию и воздействию химических веществ. Эту плитку укладывают с широким швом, так как при обжиге плитки происходит сильная усадка, и, как следствие, плитки имеют неровную кромку.

**Плитка типа СОТТО.** Плитка типа СОТТО, как правило, не подвергается глазуровке и используется для облицовки полов. При этом получается поверхность с рельефной кладкой (рустованная поверхность). Плитка типа СОТТО изготавливается путем экструдирования смеси из разных видов природной глины без особого сортирования и смешивания. Используется эта плитка с давних времен и пользуется широким распространением при строительстве современных зданий.

**21 Основы технологии производства керамической плитки**

При производстве современной плитки применяются более разнообразные технологии, позволяющие получить материалы практически любых цветов, форм и размеров. Несмотря на свое огромное разнообразие абсолютное большинство керамических изделий можно разделить по способу производства на три группы. Это - неглазурованные плитки, глазурованные плитки двукратного обжига (как правило, настенная плитка) и глазурованные плитки однократного обжига. Технология их производства во многом схожа, но имеется и ряд принципиальных отличий.

Схема технологического процесса производства керамической плитки

Этапы производства неглазурованной плитки

1. Выбор сырья

2. Приготовление смеси

3. Формовка

4. Сушка

5. Обжиг

Этапы производства глазурованной плитки однократного обжига

1. Выбор сырья (в том числе и для глазури)

2. Приготовление смеси (в том числе и для глазури)

3. Формовка

4. Сушка

5. Нанесение глазури

6. Обжиг

Этапы производства глазурованной плитки двукратного обжига

1. Выбор сырья (в том числе и для глазури)

2. Приготовление смеси (в том числе и для глазури)

3. Формовка

4. Сушка

5. Обжиг

6. Нанесение глазури

7. Повторный обжиг

В качестве сырья для основания плитки используют кварцевый песок (ограничивает изменение размеров при сушке и обжиге), глину (обеспечивает необходимую при формовке пластичность), фелдшпатовые и карбонатные материалы (обеспечивают вязкость при обжиге для создания стекловидной и плотной структуры материала). Основу керамической глазури составляют фритты - сплавы солей со стеклом. Глазурь, состоящая только из фритт, имеет глянцевую поверхность и применяется, как правило, при двукратном обжиге. Для создания матовых глазурей во фритты могут добавлять кварц, окислы металлов, каолин, красящие пигменты.

Приготовление смеси .

Приготовление смеси включает в себя несколько операций, которые обеспечивают получение измельченного однородного материала с определенным содержанием влаги, необходимой для последующей формовки. Измельчение сырья нужно для облегчения последующего процесса обжига керамического изделия.

Существует два основных метода приготовления смеси: мокрый и сухой.

При использовании мокрого метода измельчение и смешивание составляющих смеси происходит в специальных центрифугах, куда вместе с сырьем помещаются очень прочные шары из металлокерамики и вода. В процессе вращения центрифуги эти шары ударяясь друг с другом измельчают сырье до состояния водной суспензии (шликера). Далее необходимая для равномерного смешивания влага удаляется процессом атомизации (противоточное распыление шликера горячим потоком воздуха с немедленным испарением влаги). В итоге получается порошкообразная смесь с необходимым для формовки содержанием воды (4-7% для метода прессования). Основное отличие сухого метода от мокрого заключается в том, что сырье измельчается без добавления воды. Увлажнение его происходит позже в специальных машинах. Технология мокрого измельчения дороже (необходимо много энергии для удаления воды), но дает лучшие результаты. Поэтому при производстве керамогранита и монокоттуры используют именно этот метод.

Формовка .Все современные способы формовки керамической плитки, согласно норм ISO, разделяют на три группы. Группа А - метод экструзии (производство плиток котто, клинкер). Группа В - метод прессования (керамогранит, монокоттура, бикоттура). В группу С вошли все прочие способы (например, ручная формовка, литье стеклянной мозаики). Наибольшее распространение получил метод прессования (около 98% всей керамической плитки). При прессовании порошкообразную смесь загружают в пресс-формы гидравлического пресса, где она под высоким давлением (до 500 кг/см.кв.) уплотняется и приобретает определенную прочность. Уже на этом этапе плитка может подвергаться дополнительной обработке. Так для получения преполированного керамогранита поверхность плитки шлифуется мягкими щетками еще до обжига. С помощью пресс-форм задаются не только геометрические формы и размеры керамической плитки, но и фактура ее поверхности.

Сушка.

В процессе сушки из изделия удаляется влага, которая была необходима для формовки. Ее содержание уменьшается до 0,2%. Процесс осуществляется в сушильных установках с сушкой горячим воздухом.

Нанесение глазури.

На сегодняшний день существует несколько десятков способов нанесения глазурей на поверхность керамической плитки. Глазурь может наноситься в виде гранул, пастообразной массы или распыленной суспензии. Момент нанесения может происходить по разному: до обжига, после обжига и даже во время обжига. Для придания плитке более эстетичного вида процесс глазурирования может применяться совместно с нанесением различных изображений. Один из самых распространенных способов нанесения орнаментов называется шелкографией, когда через специальную сетку с различными по своей величине и частоте отверстиями с помощью красок наносят рисунки. Чем сложнее рисунок, тем больше сеток применяется.

Обжиг.

Затем происходит обжиг плитки, который может длиться от 40 до 120 минут. Печь для обжига - закрытый конвейер длиной от 50 до 80 метров. Посредством подачи газа по трубам на каждые 20 см печи в каждой точке поддерживается определенная температура. Таким образом, в процессе движения по печи изделие обжигается при температуре от 200 до 1200 градусов по Цельсию. Наиболее важный элемент процесса обжига плитки - разработка и соблюдение температурной кривой. Именно правильное построение температурной кривой отражается на важнейших технических показателях плитки в дальнейшем. Следует отметить, что как только меняется партия сырья, температурная кривая должна быть разработана заново. Поэтому очень важно для производителя плитки постоянный поставщик сырья. И, следовательно, только те производители, кто имеет давний опыт производства, способны обеспечить стабильное качество. Для каждого типа плитки (а иногда и для каждой коллекции) разрабатывается индивидуальный температурный режим. Отличается и максимальная температура обжига для разных материалов. У плитки двойного обжига - около 950°С, у однократного обжига - до 1180°С, у керамогранита - до 1300°С. В процессе обжига при высоких температурах плитка теряет влагу и уменьшается в размерах (ужимается). Величина усадки растет с температурой обжига и может варьироваться от 0% (у плитки двукратного обжига) до 8% (у керамогранита).

Однократный обжиг, когда глазурь и основание обжигаются вместе - используется, как правило, для производства напольной глазурованной плитки. Высокая температура обжига позволяет получить хорошо спеченный прочный бисквит, и обеспечивает значительную устойчивость глазури к истиранию. При данном способе производства невозможно получить изделия ярких, насыщенных цветов, поскольку при высоких температурах красящие пигменты выгорают и тускнеют. Замечено, что менее яркие глазурованные плитки более устойчивы к истиранию поверхности.

Двойной обжиг используется для производства настенной глазурованной плитки. Он состоит из двух этапов. На первом - обжигается только основание плитки. Обжиг производится при достаточно невысоких температурах. В результате получается высокопористый (более 10%) черепок, не подвергнувшийся усадке и не требующий в дальнейшем сортировки плитки по размерам (калибровки). Далее на основание наносится глазурь и происходит вторичный обжиг, характеризующийся еще более низкой температурой (700-900 градусов). Общий смысл поэтапного обжига - обеспечение необходимых прочностных характеристик бисквита (необходимы высокие температуры), и сохранение цвета желаемой яркости и насыщенности (при низких температурах красящие пигменты практически не выгорают).

После обжига плитки осуществляется визуальный контроль качества - деление на 1, 2, 3 сорта. Далее осуществляется компьютерный оптический контроль качества - снятие геометрических параметров (определение калибров для монокоттуры и керамогранита, определение плоскостных параметров и др.). Затем изделия сканируются для определения и идентификации оттенков плитки, путем сравнения с компьютерной библиотекой ранее произведенных изделий того же артикула.