

Конспект лекций по дисциплине

«Технология грубой строительной керамики»

для направления бакалавриата: 08.03.01 Строительство.

Профиль «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»

ТЕМА Исследование глинистого сырья для получения керамических изделий

В настоящее время под технологией керамического производства подразумевают приготовление изделий из минерального сырья или других химических веществ путем приготовления массы, формования, удаления временной связки и высокотемпературного обжига с целью придания изделиям камнеподобных свойств.

Керамика – поликристаллические изделия из материалов, полученных из глины и ее смесей с другими неорганическими добавками, а так же из оксидов, нитридов и т.д. путем спекания предварительно отформованного и высушенного полуфабриката.

Классификация керамических материалов

Пригодность различных видов керамики для службы их в определенных условиях определяется ее свойствами. На свойства керамического материала решающее влияние оказывает их строение. Поэтому в основу классификации положена структура пор керамического материала. По этому показателю керамические материалы делятся:

1. пористая керамика, дающая землистый излом и пропускающая воду без глазури (водопоглощение больше 5%).

2. Спекшиеся, дающие блестящий раковистый излом и не пропускающие воду (пористость меньше 5%).

Каждый из этих двух классов в зависимости от свойств и структуры черепка, его внешнего оформления, применения подразделяется на группы:

- грубозернистая
- тонкозернистая
- глазурованные
- неглазурованные
- огнеупорные
- кислотостойкие и т.д.

Наиболее оптимальной считается классификация по производственно-отраслевому признаку.

Подразделение керамики по функциональным применениям:

1. Строительная керамика – изделия предназначены для кладки зданий и сооружений, кирпич, блоки, керамическая плитка для облицовки стен; изделия для подземных коммуникаций, трубы; сантехнические изделия, черепица; изразцы.

2. Огнеупорная керамика – изделия применяются для кладки промышленных печей, топок и аппаратов, работ при высоких температурах, а так же изделий используемых в качестве огнеупорного припаса(при обжиге изделий различного назначения (подставки)).

3. Химически стойкие материалы – это изделия предназначены для работ в агрессивных средах, заменяющие, защищающие металлические части емкостей, аппаратов, машин в химических и других отраслях промышленности.

4. Тонкая керамика – хозяйственная, фарфоровая и фаянсовая посуда, художественные и декоративные изделия, химическая посуда.

5. Техническая и специальная керамика – материалы и изделия со специфическими свойствами, применяемые в авиации, ракетно-космической, атомной техники, радиоэлектроники, электротехники.

ТЕМА Сырьевые материалы

1.2.1. Глинистые материалы

В производстве кирпича и керамических камней используют в основном легкоплавкое глинистое сырье: глины, суглинки, глинистые сланцы, сланцевые глины, лессы и т.п.

Регламентированных технических требований к глинам для производства кирпича не имеется. В их химическом составе принимают участие следующие основные оксиды: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , TiO_2 , K_2O , Na_2O . Кремнезем находится в глинах в связанном (в составе глинообразующих минералов) и свободном (песок, слюда) состояниях. Повышенное содержание свободного кремнезема указывает на наличие относительно большого количества песка, что приводит к повышенной пористости черепка и меньшей механической прочности. Запесоченное сырье мало пригодно или совсем непригодно для изготовления изделий сложного профиля.

Для глин с повышенным содержанием глинозема требуется более высокая температура обжига при широком интервале между температурой начала спекания и температурой плавления, что облегчает процесс обжига изделий. При пониженном содержании глинозема прочность изделий снижается. При производстве тонкостенных многопустотных камней содержание глинозема в глине должно быть от 13 до 20 %, кремнезема от 50 до 75 %. При меньшем содержании глинозема сырье необходимо более тщательно перерабатывать.

Соединения железа являются плавнями, способствующими уменьшению температурного интервала спекания глины, и делают ее короткоплавкой. Изменяя атмосферу в печи от окислительной до восстановительной, можно в

большей степени выявить действие железистых соединений как плавней. Эти соединения придают окраску изделиям после обжига от светло-кремового до вишнево-красного в зависимости от соединения в железе.

Оксиды кальция входят в состав глин в виде известняка CaCO_3 , доломита $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ и сульфата CaSO_4 . Будучи равномерно распределенным в глине и находясь в тонкодисперсном состоянии, оксиды кальция уменьшают связующую способность и понижают температуру плавления глины, делая ее короткоплавкой и затрудняя обжиг изделия из-за возможных подваров. При содержании в глине около 10 % CaCO_3 она имеет интервал спекания 30-40°C. Интервал спекания в таких случаях может быть увеличен добавлением кварцевого песка.

При температуре обжига изделий до 1000°C действие известняка проявляется в изменении пористости и прочности изделий и меньше как плавня. В результате диссоциации карбоната кальция пористость черепка повышается при одновременном снижении прочности. Значительное содержание оксида кальция способствует осветлению изделий даже в присутствии оксида железа. Так, при соотношении Fe_2O_3 к CaO , равном 0,4, цвет черепка розовый и красный, при 0,3 - светло-розовый, 0,2 - светло-желтый (соломенный). Глина, содержащая известняковые включения в виде конкреций и других плотных образований, должна быть очень тонко размолота (до частиц размером менее 0,6 мм), а еще лучше - подготовлена шликерным способом, гарантирующим полное измельчение таких включений.

Оксид магния MgO также действует как плавень, аналогично оксиду кальция, только меньше влияет на интервал спекания. Оксиды щелочных металлов Na_2O , K_2O являются сильными плавнями, способствуют повышению усадки, понижению температуры образования расплава, уплотнению черепка и повышению его прочности. Наличие в сырье растворимых солей до 1,5 % сульфатов, хлоридов натрия, магния, кальция вызывает выцветы (белые налеты) на поверхности изделия, что не только портит внешний вид, но и способствует разрушению поверхностного слоя изделия. Органические вещества всегда встречаются в легкоплавких глинах (гумус, каменный уголь, растительные остатки, торф и т.д.). Крупные включения удаляют при переработке глины, остальные выгорают при обжиге. Химический и минералогический состав глин, каолинов, песка приведен в табл. 4-8.

Гранулометрический состав глин характеризуется большим разнообразием, мас. %:

Глинистое вещество

К глинистой части относят фракции с размерами частиц менее 5 мкм, пылеватой от 5 до 50 мкм, песчаной от 50 мкм до 2 мм. В зависимости от гранулометрического состава кирпичные глины могут использоваться для изготовления керамических изделий (рис. 1),

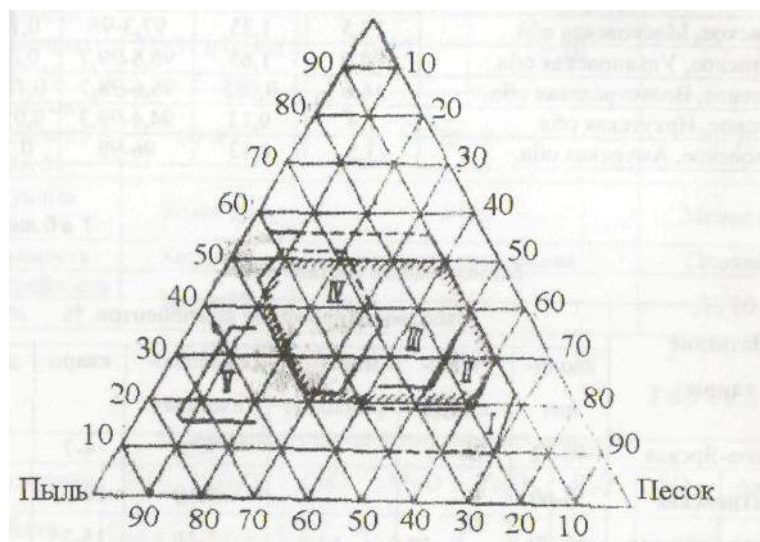


Рис. 1. Диаграмма гранулометрического состава глин. Глины пригодные для изготовления: I- полнотелого кирпича; II - дырчатого кирпича; III - черепицы; IV - дренажных груб; V - гончарных и других изделий, для которых необязательна морозостойкость черепка.

Трехфазная классификация кирпичных глин предложена Рутковским. В этом случае к глинистому веществу относят только фракцию менее 1мкм. Для тонкостенных и крупноразмерных керамических камней содержание фракций меньше 2 МКМ должно быть не менее 24 %, а для улучшения сушильных свойств не выше 50%. Содержание фракций размером 2-20 мкм должно быть 30-47%. Увеличение размеров фракции до 10-20 мкм способствует лучшему уплотнению массы и повышению прочности изделий. Содержание фракций размером более 20 мкм допускается в пределах 6-34%. Крупных фракций, в том числе и добавочных материалов, не должно быть более 2 мм в поперечнике.

Гранулометрический состав легкоплавких глин тесно связан с минералогическим составом. Частицы размером более 10 мкм представлены, главным образом, остатками первичных минералов - кварца, полевого шпата, слюды и т.д. Фракция 5-10 мкм представлена как остатками первичных минералов, так и в малых количествах вторичными минералами. Частицы размером менее 5 мкм в большинстве состоят из глинистых (каолинит, монтмориλλονит) и других минералов вторичных образований. С повышением дисперсности глин содержание диоксида кремния в виде пылевидных фракций увеличивается. В тонких фракциях возрастает содержание оксида железа и алюминия. Частицы глин размером менее 1 мкм при дальнейшем их разделении содержат Al_2O_3 и SiO_2 почти в одинаковых количествах. В этих же тонких фракциях наблюдается повышенное содержание оксидов железа. Частицы размером менее 5 мкм составляют глинистое вещество и определяют основные свойства глин. Тонкодисперсные частицы придают глинам повышенную сопротивляемость размоканию в воде, высокую пластичность и чувствительность к сушке, увеличивают воздушную и огневую усадку. Содержание глинистого вещества в сырье для камней должно быть не менее 10%. Повышенное содержание пылевидной фракции в глинах также повышает их чувствительность к сушке.

Характеристика глинистого сырья в зависимости **от** содержания пылевидных фракций, песка и глинистых частиц приведена в табл. 9

Глина для кирпича и керамических камней должна иметь хорошую формуемость с числом пластичности не менее 7, обеспечивая без брака сушку и обжиг, после обжига достаточную пористость, плотность и прочность.

Характеристика кирпичных глин

Материал	Содержание частиц, %	
	глинистых (< 5 мкм)	пылевидных и песчаных (> 5 мкм)
Тяжелая глина	> 60	< 40
Глина	30–60	40–70
Суглинок		
тяжелый	20–30	70–80
средний	15–20	80–85
мягкий	10–15	85–90
Супесь	5–10	90–95

Естественная среднегодовая влажность глины составляет около 18%, объемная плотность 1100–2000 кг/м³. Теплофизические свойства глин: -теплопроводность 0,23–0,81 Вт/(м·К); - теплоемкость 0,75–0,92 кДж/(кг·К).

Глинистое сырье для производства кирпича распространено в России

Тема. Добавки к глинам

В производстве изделий стеновой керамики глинистое сырье; сравнительно редко используют в чистом виде, чаще оно используется совместно с различными добавками, подразделяющимися:

- на улучшающие формовочные свойства масс (высокопластичные глины, ССБ, СДБ, ПАВ);
- улучшающие условия обжига {золы ТЭС, шлаки, уголь, углеотходы};
- улучшающие сушильные свойства (шамот, кварцевый песок, дегидратированная глина, опилки);
- специального назначения, улучшающие цвет изделия, предотвращающие выцветы, нейтрализующие вредное влияние примесей в глине (жидкое стекло, красители).

Вводимые добавки могут быть пластичными и непластичными, называемыми отощающими. Органические добавки (торф, уголь, опилки т.д.) называют выгорающими. Используемые добавки часто оказывают комплексное действие.

Самыми распространенными являются отощающие добавки (кварцевый . шамот, дегидратированные глины, шлак, зола и др.). Они не должны содержать крупных частиц (более 2 мм), а содержание частиц размером менее 1 мм не должно превышать 20 %. Фракций размером 0,3–1 мм должно быть около 60%. Лучше, если поверхность зерен отощателя шероховатая, а форма неправильная. Использование мелкозернистого песка с повышенным содержанием

пылевидных фракций может увеличить способность массы к расслоению. При вводе песка более 25 % снижается марка изделия, повышается его хрупкость и трещиноватость.

Ввод в глины пониженной пластичности опилок приводит к снижению формуемости массы и снижению прочности изделий. Выгорающие добавки отощают пластичную массу и способствуют снижению расхода топлива на обжиг. Количество вводимых выгорающих добавок зависит от их калорийности и может составлять до 60-80 % всего топлива, необходимого для обжига. В настоящее время большое внимание уделяется более широкому использованию в производстве строительной керамики отходов других производств - шлаков, зол ТЭЦ и ТЭС, годовой выход которых в стране составляет более 70 млн т. Однако использование этих отходов не превышает 10 % отвалов. Кроме того, ежегодно образуется до 150 млн. т отходов добычи и обогащения твердых полезных ископаемых руд и угля.

Такие добавки, как BaCO_3 , NaCl , вводят в массы для борьбы с вредным влиянием известковых включений - дутика, борьбы с выцветанием на поверхности изделий и улучшения других физико-механических свойств масс к изделий.

Тема Разработка технологии подготовки кирпичных масс

Способы переработки сырья и подготовки массы — пластический, полусухой, шликерный - наиболее полно определяют различие технологических схем производства, так как последующие операции - формование и прессование, сушка и обжиг изделия - не имеют существенных различий.

Способы подготовки масс

Технологическая схема производства кирпича пластическим способом подготовки массы, несмотря на сложность и длительность, наиболее распространена в промышленности строительной керамики. Примерная технологическая схема подготовки массы приведена ниже:

Опилки

Глина

Кварцевый песок-

ящичный питатель

ящичный питатель

ящичный питатель

подсушка

вода

грохот

элеватор

сито

глиномешалка двухвалковая

бункер

валцы грубого помола

валцы дырчатые

транспортёр

валцы тонкого помола

пресс ленточный

автомат групповой резки

автомат-укладчик на сушильную вагонетку

туннельные сушила

автомат - укладчик на печную вагонетку

туннельная печь

склад готовой продукции

Технологическая схема производства *полусухим способом* переработки сырья и подготовки массы применяется при использовании **глинистого** сырья пониженной пластичности и влажности. По этой схеме производства сырьевые материалы; глина, отощающие добавки - подвергаются сушке в сушильном барабане или шахтной мельнице с подсушкой. Для измельчения материалов, разрушения структуры глины **используют** дезинтеграторные **валки**, бегуны, дезинтеграторы. После дозирования компоненты шихты увлажняются до 6—12 % влажности, и пресс-порошок после вылеживания в бункерах направляется на прессование. Полученный сырец можно сразу направлять на обжиг.

Технологическую схему *шликерной* подготовки масс применяют при использовании глинистого сырья повышенной влажности, которое легко размокает в воде. Каменистые включения при таком способе разжижения оседают на дно мешалок и удаляются периодически. Шликерный способ обеспечивает наилучшее разрушение природной **текстуры** сырья. Обезвоживание глиняного шликера осуществляют в башенных распылительных сушилах (БРС). В результате сушки получают материал в виде сыпучего пресс - порошка или пластичной массы. Способ **шликерной** подготовки масс в кирпичном производстве применяется редко.

Освоение башенных распылительных сушилок и применение щелевых кирпичеобжигательных печей создали благоприятную перспективу для совершенно новой схемы производства керамических камней и лицевого **кирпича**. Шликерная подготовка массы и ее распыление в БРС требует небольшое количество глинообрабатывающих и транспортирующих машин, обеспечивает гарантированное выделение каменистых включений, идеальную обработку глиняной массы, резко сокращает длительность производственного цикла и позволяет полностью автоматизировать весь производственный процесс. При работе по такой схеме возрастает расход топлива, для снижения которого шликер следует распускать с введением разжижающих **электролитов**.

Сравнивая технологические схемы полусухого и пластичного производства, следует отметить, что при почти одинаковых показателях по энергоемкости (22-23 кВт установленной мощности на I млн. шт. условного кирпича) показатели металлоемкости заводов полусухой прессовки почти в 3 раза выше (соответственно 8,9 и 23,5 т технологического оборудования на 1 млн. шт.), а трудоемкость изготовления на 26-30 % ниже чем при пластичном способе производства; количество воды, подлежащее удалению при полусухом способе. В 4 раза меньше, чем при пластичном, что значительно (на 20-26 %) снижает расход условного технологического топлива. Полусухой способ подготовки сырья характеризуется на 30 % меньшей производственной площадью и на 20-25 % меньшим количеством обслуживающего персонала при одинаковой **МОЩНОСТИ**. Сокращается также продолжительность производственного цикла.

1.3.2. Переделы кирпичного производства

Дозирование глинистых и добавочных компонентов массы и равномерная подача их на последующую переработку осуществляются ящичным питателем, который не только дозирует, но и частично разрыхляет сырьевые материалы. Производительность питателя составляет 25-35 м⁵/ч. При использовании в производстве тяжелых глин, а также при поступлении частично смерзшихся кусков - над ящичным питателем устанавливают ножевой или роторный разрыхлитель или виброрешетку.

Измельчение и тонкий помол сухих и плотных глин с влажностью 8-12 % проводится в дезинтеграторах, молотковых дробилках или бегунах. Пластичные влажные глины измельчают на вальцах, глинорастирочных машинах. При наличии твердых каменистых включений глину перерабатывают на специальных машинах (бегунах, дезинтеграторных или камневыведительных вальцах), измельчающих или удаляющих эти включения. При использовании плотных пластичных глин применяют стругачи, в которых процессы дозирования и измельчения материалов совмещены. Производительность стругана 7-12 м³/ч.

Наиболее эффективными для переработки глин и подготовки пластичных масс являются бегуны, дробильные зубчатые и гладкие вальцы, вальцы тонкого помола а и другие машины, измельчающие материал раздавливанием и истиранием. Прочность обожженных изделий из массы, обработанной на

бегунах, повышается на 25-30 %. К недостаткам бегунов относится малая Производительность, повышенный расход электроэнергии и высокая металлоемкость. Камневыделительные вальцы имеют на поверхности валков винтовую нарезку, по которой плотные включения размером от 35 до 180 мм как бы вывинчиваются с вальцов на сторону и удаляются посредством отводящего валька. Такие вальцы хорошо работают при измельчении тонких глин и хуже при измельчении пластичных, так как канавки нарезки забиваются глиной. В камневыделительных дезинтеграторных вальцах большой валок диаметром 900 мм со скоростью вращения 60 об/мин имеет гладкую поверхность, меньший валок диаметром 600 мм со скоростью вращения 600 об/мин имеет на поверхности 6-8 приваренных стальных полос (бил), при помощи которых каменистые включения выбрасываются или измельчаются. Производительность вальцов 20-40 м³/ч.

У вальцов грубого помола валки имеют различную скорость вращения (110 и 180 об/мин], что способствует лучшему растиранию глины. Зазор между валками 7-10 мм. Соотношение между размером комков глины и щели 4:1, а диаметром валка и размером кома - 9:1. Обычно в глиноперерабатывающем отделении устанавливают две пары вальцев - грубого и тонкого помола.

В промышленности широко применяют гладкие дырчатые вальцы (рис. 3). Они полые, имеют овальные отверстия размером 7х22 мм конической формы, расширяющиеся внутри валков, через которые продавливается измельченная глина. Диаметр валков 1 м, ширина 0,64 м, скорость вращения до 30 об/мин. Производительность до 40 т/ч. Они в 1,5 раза производительнее, в 4 раза менее металлоемки, в 1,8 раз экономичнее по потреблению электроэнергии, чем бегуны. Дырчатые вальцы устанавливают после двухзального смесителя.

Наибольшее разрушение природной текстуры глины достигается на гладких валках тонкого помола. Валки вальцов имеют индивидуальные приводы,

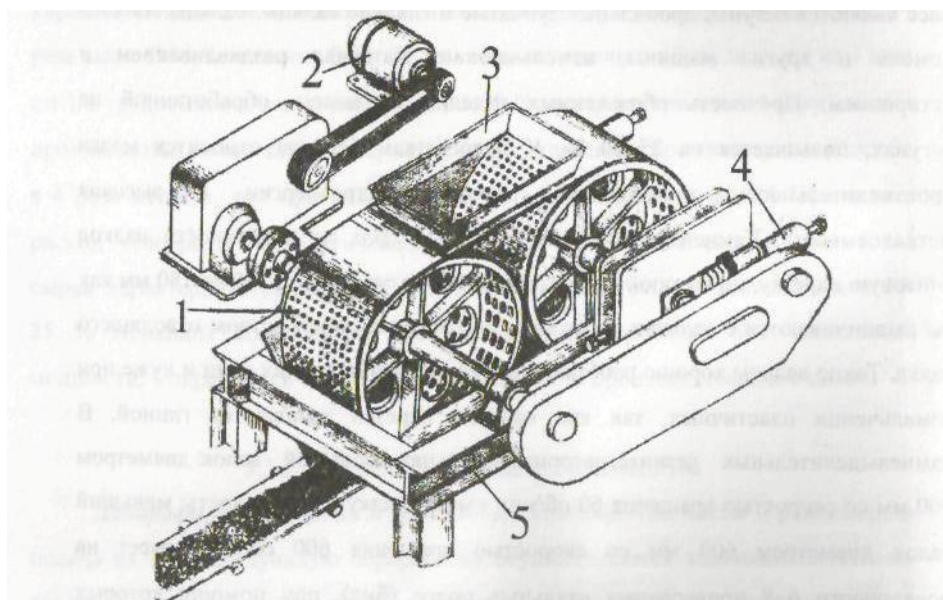


Рис. 3. Дырчатые формующие вальцы: 1 - дырчатые пустотелые валки; 2 - электродвигатель; 3 - приемная воронка; 4 - амортизаторы; 5 - станина

вращаются с различной скоростью, и материал, прошедший между ними, раздавливается и истирается. Соотношение скоростей вращения валков составляет от 1-1,2 до 1-1,5. Разность скоростей вращения валков обеспечивает деформацию сдвига глины от 5 до 15 см.

Стабильность тонкого помола достигается применением 2-3 пар валков со ступенчатым уменьшением зазора между ними. При уменьшен зазора между валками прочность кирпича на сжатие повышается:

Для изготовления изделий поддерживают следующие зазоры между валками, мм

- кирпич, зазор 2-3;
- дырчатый кирпич и камни пустотностью до 40 % 0,8-1;
- керамические камни пустотностью более 40 % 0,2-0,5.

Для полусухого прессования кирпича готовят пресс-порошок двумя способами;

- сушкой глины в сушильном барабане с последующим помолом в дезинтеграторе, молотковой мельнице, бегунах и увлажнением в глиномешалке;
- распылением глиняного шликера в БРС.

Песок просеивают на сите с отверстиями 3 мм для удаления крупных "включений". Опилки подают в сито-бурат с отверстиями 10 мм. Шамот приготавливают из боя изделий. Первичное дробление осуществляют на щековой или молотковой дробилках, более тонкий шамот - на двухвалковых. Оптимальный гранулометрический состав выгорающих добавок: фракции менее 1 мм - 40% 1 - 2 мм 30% 2-3 мм более 30%.

Количество вводимой в массу добавки 10 - 30%.

Подготовка дегидратированной глины заключается в предварительном дроблении (получение крошки или гранул) и нагреве во вращающейся печи размером 2х22 м с последующим помолом на валковой дробилке. Расход условного топлива на 1 т дегидратированной глины составляет 40-50 кг.

Увлажнение и гомогенизация масс. Для каждой массы существует оптимальная влажность, при которой она обладает наибольшим сцеплением. Масса приобретает улучшенные деформационные свойства. Сырец из таких масс имеет максимальную прочность в высушенном состоянии, переносит сушку и обжиг с наименьшими деформациями, а изделие характеризуется максимальной прочностью.

Сланцевые и лессовые глины с влажностью 8-12 % требуют значительного количества воды для получения пригодной к формованию глины. Обычные глины, суглинки и супеси **имеют** влажность до 18 % и требуют добавочное увлажнение на 2-8 %, зыбкие глины влажностью до 35% требуют разувлажнения. Компоненты глинистых минералов по-разному реагируют на увлажнение и гидратацию. Каолинит глины малопроницаем для воды и мало набухает,

монтмориллонит хорошо гидратируется и значительно набухает, иллиты занимают промежуточное положение. Неодинаковая проницаемость воды в минералы глины является причиной гетерогенного распределения ее в глину, что ухудшает формовочные свойства массы и **вызывает** брак при сушке и обжиге.

Если гидратные прослойки на твердых частицах равны двум молекулам воды, то этот момент характеризует оптимальную формовочную влажность, Коагуляционная структура глины начинает образовываться при влажности 4-6 %. При увеличении влажности число контактов вырастает, повышается пластическая вязкость, прочность структуры. При влажности 6,5-9 % число контактов с минимальной толщиной гидратной пленки достигает максимально возможных значений. Дальнейшее повышение влажности приводит к росту толщины гидратных слоев между частицами глины, что ослабляет силы *J* молекулярного взаимодействия.

Увлажнение пластичной массы более эффективно в два приема: в начале *I* переработки и перед формованием.

Тонкомолотая глина впитывает воду в 5-6 раз быстрее кусковой. Учитывая, что набухание глины длится 0,5-4 часа и более, массу лучше увлажнять **горячей** водой (**60-70°C**) или паром. Проникая в поры, а также в места с дефектами структуры глинистых частиц, горячая вода или пар легче образуют гидратные оболочки, а расклинивающее действие воды проявляется сильнее. Масса, прогретая паром, лучше формуется при пониженной **влажности** расход мощности при формовании снижается на 20-25 %, производительность процессов повышается на 8-10 %, срок сушки сокращается на 40-50 %. При нагреве глины расход пара **составляет 40-50 г** на 1 кг массы.

Для смешения компоненты массы и увлажнения используют одновальные или двухзальные глиномешалки. Перемешивание осуществляется **лопастями**, насаженными на вал, со скоростью до 3-5 об/мин. Пребывание массы в смесителе составляет 2-3 мин. Окончательная обработка массы проводится в вальцах тонкого помола.

Увлажнение сухих порошковых глин и масс имеет свои особенности, так как оно незначительно (на 2-3 %) В этом случае воду сильно распыляют и увлажняют паром. При обработке глиняного порошка паром влажность его возрастает до 10-14 %, а температура до 50-60°C. Расход пара - 140-150 кг на 1000 шт. сырца.

При *вылеживании* массы происходит более полная гидратация глинистых минералов, усреднение влажности массы. При этом повышаются пластические свойства глин. Продолжительность вылеживания определяется с учетом химико-минералогического состава исходного сырья. После вылеживания повышается производительность глиноперерабатывающего оборудования, улучшаются **сушильные** свойства глин, повышается прочность сухих и обожженных изделий.

На заводах, перерабатывающих глинистое сырье в больших объемах и выпускающих эффективные керамические изделия, вылеживание целесообразно проводить на двух стадиях подготовки массы:

- длительной - в бурях на месте добычи в карьерах;

- кратковременной - в цехе подготовки массы (в специальных глинозапасниках ямного и силосного типов).

Промышленные емкости (силосы) от 25 до 350 м обеспечивают вылеживание переработанной и увлажненной массы от 5 до 24 ч и нескольких суток.

Цель *вакууммирования массы* - удаление воздуха, который, адсорбированный поверхностью глиняных **частиц**, замедляет смачивание их водой, препятствует **равномерному** уплотнению массы, способствует расширению бруса при выходе из мундштука, образуя тем самым микротрещины, выявляющиеся при **сушке** и обжиге изделий. Кроме того, воздух препятствует проникновению влаги в поры глины, разъединяя частицы глины, так как действует в массе как отощитель, что особенно снижает формовочную способность глиняных масс. Его количество в глинах **Средней** пластичности 2-3 % по объему, у тощих 3-4 %, сланцевые глины содержат незначительное **его** количество. поэтому вакууммирование их нецелесообразно. После вакууммирования в глине остается до 0,5 % воздуха.

Вакууммирование проводится при разряжении 84-96 кПа, создаваемом вакуумными насосами. Плотность сырца из вакууммированной массы повышается на 6-8 %, коэффициент влагопроводности уменьшается в 1,5-3 раза, что I удлиняет срок сушки, особенно из пластичных глин. Воздушная усадка сырца вакууммированной массы снижается на 2,5-3,5 %. прочность возрастает почти в 2 раза.

ТЕМА Пластическое формование

Назначение *пластического формования* - придать форму, размер, плотность и необходимую прочность полуфабрикату. Непременным условием является использование вязких масс, у которых сумма сил внутреннего сцепления (когезия) больше силы сцепления с рабочей поверхностью формующего оборудования (адгезия), а коэффициент внутреннего трения больше коэффициента внешнего трения. Формование может осуществляться из «жестких» и пластичных масс. При использовании высоковязких жестких масс требуются большие затраты энергии на формование и усиление конструктивных узлов формующих машин. При таком формовании влажность массы составляет 12-16 % и сырец может без сушки направляться на обжиг. Жесткое формование *не* применяется для изготовления пустотелых камней пустотностью более 20 %. При формовании изделий из пластичных масс прочность свежесформованного сырца составляет 0,3-5 МПа, тогда как при обычном пластичном формовании - 0,2 МПа. Усадка такого сырца не превышает 5 %.

Формование кирпича и керамических камней осуществляется ленточными прессами различных конструкций. Процесс пластического формования на ленточных шнековых прессах характеризуется сложным характером движения керамической массы в прессе, неравномерным уплотнением ее, наличием дефектов структуры, обусловленных анизотропией компонентов массы, подвижностью водной среды и односторонним приложением, давления. Структура массы характеризуется расположением компонентов массы беспорядочным образом. Удлиненные и плоские удлиненные частицы массы -

сворачиваются более длинной осью по направлению движения массы (рис. 4). При образовании плоскостей скольжения в этих местах ослабляется сцепление частиц массы, наблюдается концентрация глинистых частиц и снижение содержания зерен кварца и других отощителей. Последствия такого расслоения выходящего из шнека глиняного бруса проявляются при сушке и обжиге в виде круговых и S-образных трещин. Шнековые ленточные прессы остаются до настоящего времени основными формующими машинами, поскольку материал в них транспортируется, уплотняется, интенсивно перемешивается, проминается и тонируется.

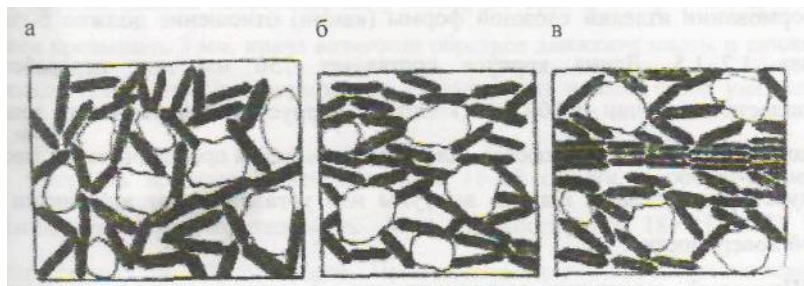


Рис. 4. Схемы образования дефектов структуры при формовании:

а-первоначальное строение массы; б-упорядочение *пластичных частиц* в-образование плоскостей скольжения

Ленточные прессы бывают безвакуумные и вакуумные. Производительность колеблется от 4 до 20 тыс. штук в час, потребляемая мощность от 55 до 150 кВт (рис. 5.) Основными узлами прессы являются: корпус, шнековый механизм, привод, головка, мундштук.

Корпус прессы бывает цилиндрический, конический и ступенчатый. Отношение площади поперечного сечения корпуса прессы и кирпича должно быть:

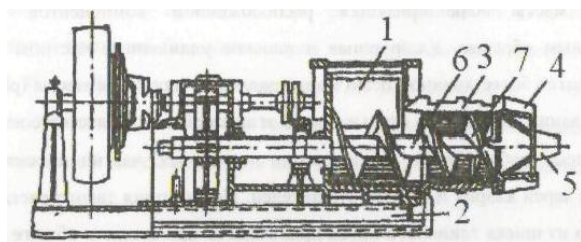


Рис. 5. Ленточный безвакуумный пресс СМ-294: 1 - приемный люк; 2 - станина; 3 - корпус; 4 - головка; 5 - мундштук; 6 - вал; 7 - лопасть винта

- не более 6 (диаметр корпуса до 500 мм);

- не менее 2 (диаметр корпуса до 300 мм).

При формовании изделий сложной формы (камни) отношение должно быть в пределах 1,2-1,5. Длина корпуса составляет 750 мм при переработке высокопластичных глин и 600 мм (короткий корпус) при формовании тощих глин, которые хорошо уплотняются. Для предотвращения проворачивания массы в корпусе прессы делают шлицы, выступы или устанавливают контрножи на боковой поверхности.

Шнековый механизм выполняет три функции: транспортирование, уплотнение, продавливание. Масса продавливается через головку и мундштук пресса. Основным органом этого механизма является шнек, витки которого выполняют каждую из этих функций. Уплотняющая часть шнека занимает 1,5-2 витка (выпорная головка шнека). *Выравнивающее пространство* - пространство от выпорной головки до начала мундштука. Устранение проворачивания массы в прессе и ее перегрева достигается подбором оптимального шага шнека (рис. 6). оптимальное давление для уплотнения массы из пластичных глин составляет 0,2-0,3 МПа, у малопластичных до 0,8-0,9 МПа. Кривая распределения величин давления по длине шнека приведена на рис. 6. Рабочие участки пресса: выравнивающий; выпорной головки; контрожной; уплотняющий; собирательный. При формовании изделий из жестких, вакуумированных, малосжимаемых масс целесообразно применять шнек постоянного диаметра и шага. При длине шнека, равной 4-6 его диаметра, обеспечивается достаточное давление формования при наименьшей структуре образования в сырце. Для формования трудноуплотняющихся глин целесообразно шнековый вал делать с разрывом между лопастями, с их небольшим шагом и наклоном вперед. Глины, которые легко и равномерно уплотняются, формуются на прессах с непрерывным шнековым валом, имеющим 3,5-4,5 витка с увеличенным углом циклона лопастей вперед на 30°. Скорость движения глиняного бруса / 7,5 м/мин и может быть доведена до 17-21 м/мин у прессов с производительностью 15-18 тыс. штук условного кирпича в час. При формовании керамических камней сложного профиля применяют шнековый пил с двухзаходными лопастями, зазор между которыми и корпусом пресса не должен превышать 3 мм, иначе возможно обратное движение массы и снижение производительности. При формовании керамических камней зазор уменьшают до 2 мм.

Скорость вращения шнекового вала 18-50 об/мин, а обеспечивающая максимальную производительность при влажности масс 18, 21 и 23 % - соответственно 24, 40, 50 об/мин. Производительность пресса увеличивается пропорционально радиусу шнека в третьей степени:

$$Q = k \cdot R^3.$$

При формовании изделий из упругих масс, значительно расширяющихся после выхода из мундштука, валу передают меньшую частоту вращения.

Характер движения массы в загрузочной, средней и выпорной частях пресса неодинаковый. Наибольшее движение у внутренней поверхности корпуса, наименьшее у ступицы шнека, что вызывает расслоение массы (рис. 7). Выпорная часть пресса выдает массу в головку в виде одно-, двух- и трехзаходных спиралей в зависимости от конструкции выпорной лопасти, которая придает наибольшее пульсирующее движение при однозаходной конструкции и наименьшее при трехзаходной.

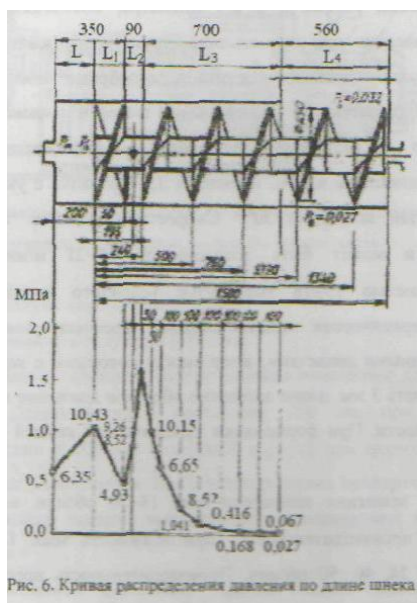


Рис. 6. Кривая распределения давления по длине шнека

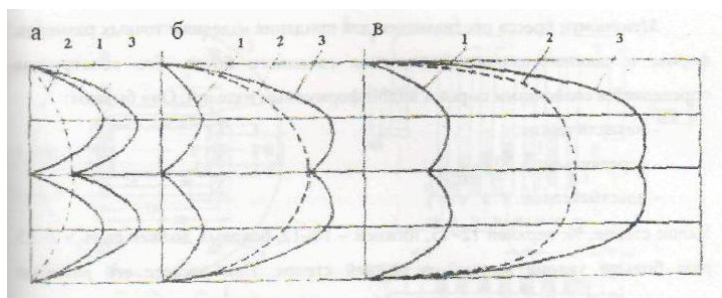


Рис. 7. Схема распределения скоростей при течении массы в ГОЛОВКЕ ленточного пресса

короткой (а); длинной (б); оптимальной длины (в) и конусности: 1 - кривая скоростей, являющаяся следствием влияния усилий, создаваемых* шнеком; 2 - кривая скоростей, являющаяся следствием влияния длины головки; 3 - результирующая кривая скоростей

Головка пресса, в которой уплотняется масса, бывает конической, цилиндрической и плоской в виде плиты. У конической площадь выходного отверстия в 2—4 раза меньше, чем входного, что при малой длине головки создает достаточный уклон внутренних плоскостей для уплотнения массы. Считается, что длина прессовой головки должна составлять от 66 до 80 % диаметра шнека. Поперечное сечение входа в головку пресса должно в 1,5-2 раза превышать сечение мундштука. В прессах производительностью 16-18 тыс. шт. кирпича в час допустимое усилие прессования составляет 8-10 МПа. В обычных прессах создаваемое усилие зависит от влажности и пластичности масс:

- пластичная влажностью 19-27 % - 0,4-1,4 МПа;
- полужесткая влажностью 15-20% - 1,4-2,2 МПа;
- жесткая влажностью 12-16% - 2,5—4,5 МПа.

Для формования изделий из тощих глин длина прессовой головки бывает до 300 мм, при использовании пластичных - до 200 мм, легкоформующихся - коническую головку заменяют на плоскую плиту толщиной 30-50 мм.

Мундштук пресса предназначен для придания изделиям точных размеров, формы и дополнительного уплотнения глиняного бруса. Его конструкция определяется свойствами сырья и видом формируемых изделий. Они бывают;

- металлические;
- деревянные;
- пластмассовые.

Уклон стенок, %: верхней 12-15, нижней- 10-12, боковых должен быть в 2-2,5 раза больше уклона верхней и нижней стенок. При расчете его размеров учитывают общую усадку изделий и возможное расширение бруса на 1,2-1,8 %. Мундштуки, соответствующие структурно-механическим свойствам глин, способствуют повышению производительности пресса на 7-10 % и снижению расхода электроэнергии на 12-15 %. При формовании на проталкивание массы через мундштук расходуется 20-50 % мощности пресса. С целью снижения трения бруса в мундштуке его орошают водой или эмульсиями на маслах. Для этого внутри мундштука имеется небольшая чешуя. Расход **отработанных** масел (автол + керосин) составляет 0,3 л на 1000 шт. кирпича. Длина мундштука составляет для глин, мм;

- малопластичных - 220-300;
- среднепластичных - 200-260;
- высокопластичных - 160-240.

Для формования дырчатого кирпича и керамических камней применяют короткие мундштуки с малым уклоном **поверхностей**, уплотнение создают керны, сопротивление **которых** в 3-5 раз больше бокового зрения (рис. 8). Для продления срока службы кернов их изготавливают из износостойких **карбид** вольфрама и других твердых материалов. В качестве облицовки мундштука используют глиноземистую (корундовую) керамику, возможно применение нейлоновых мундштуков, которые не требуют орошения из-за своей гладкой поверхности.

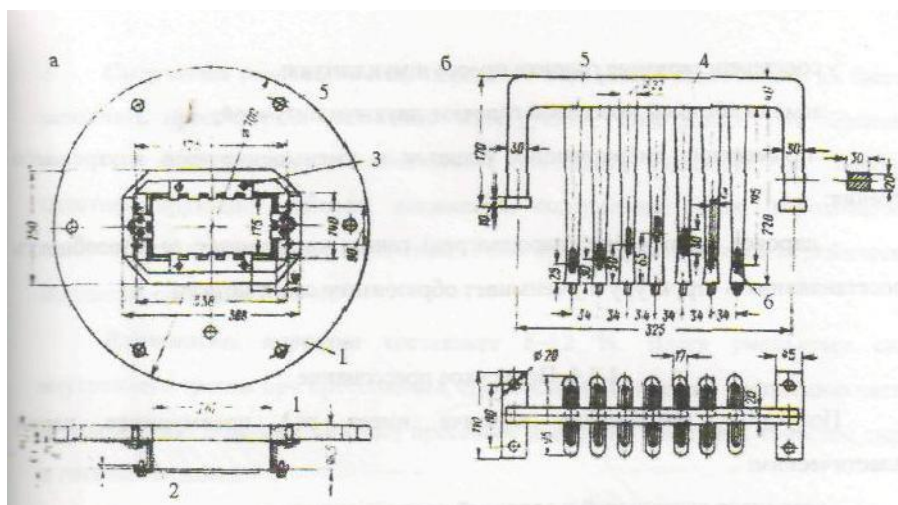


Рис. 8. Мундштук для формования семищелевых камней: а - вид с торца и горизонтальный разрез; б - скоба с кернами; 1 - мундштучная плита; 2 - корпус мундштука; 3 - гребень для рифления поверхности; 4 - скоба; 5 - керн о держатели (стержни); 6 – керны

Брак и его причины при пластичном формовании:

- наличие в изломе сырца отдельных прослоек или включений непроработанной глины, а также мелких камней и других примесей свидетельствует о недостаточной переработке глины (увеличенный зазор между гладкими валками тонкого помола массы);
- надрывы на углах и на поверхности глиняного бруса (задиры) при выходе из мундштука указывают на неудовлетворительное орошение и засор мундштука или его износ;
- обрыв режущей проволоочной струны и шероховатый рез указывают на засорение массы корнями растений и каменистыми включениями;
- перегрев массы и растрескивание бруса возможно при проворачивании массы в прессе и недостаточном ее увлажнении;
- структурные трещины в сырце в виде S-образных или круговых :наслоений (свиль) являются результатом неправильного режима формования. Важнейшими мероприятиями для устранения дефектов формования являются:
- совершенствование головки пресса и мундштука;
- замена обычной прессовой головки двухмундштучной;
- применение вибрирующих решеток и уменьшение ими внутреннего трения;
- паровое увлажнение (паропрогрев) глины увеличивает ее способность восстанавливать структуру и уменьшает образование свилеватости.

Тема. Полусухое прессование

Полусухое прессование кирпича имеет ряд преимуществ перед пластическим:

- устраняет длительный и сложный процесс сушки;
- длительность производственного цикла сокращается почти в два раза;
- изделия имеют правильную форму и более точные размеры;
- они дают значительно меньшую усадку при обжиге.

При подготовке масс можно использовать тощие и малопластичные глины, а также золы, шлаки и др. Структурно-механические свойства изделий формируются в период уплотнения пресс-порошка и заканчиваются при обжиге. Уплотнение порошкообразной массы при прессовании сопряжено с | преодолением сил внутреннего трения между частицами и необходимостью удаления воздуха, который препятствует уплотнению и связыванию частиц при относительно малой влажности массы. Уплотнение порошков сопровождается физико-химическими процессами, в которых участвует вся система (Т:Ж:Г) ^

твердая фаза - минеральные частицы, жидкая вода, газообразная - воздух. Качество прессования кирпича зависит:

- от свойств порошка;
- режима прессования;
- условий приложения давления и его величины.

Правильный подбор *зернового состава* обеспечивает минимальное содержание воздуха в порошке (до 30 %), наименьшую объемную плотность изделий при наивысшей их прочности и достаточной морозостойкости.

Сыпучесть (подвижность) порошков определяет способность их быстро заполнять пресс-формы различной конструкции. Она зависит от зернового состава, формы зерен, объемной плотности, наличия в порошке пластифицирующих добавок, влажности, содержания пыли, шероховатости поверхности частиц и сил сцепления. Угол естественного откоса керамических порошков составляет 30-40°.

Влажность порошка составляет 8-12 %. Влага уменьшает силы внутреннего трения при прессовании, способствует большему сцеплению частиц и уплотнению порошка, снижает прессовое давление, повышает качество сырца и готовых изделий.

Прогрев порошка перед прессованием повышает его пластические свойства, способствует снижению прессового давления, снижает износ пресс-форм. Считается, что нагрев массы при прессовании на каждые 10°С равноценен повышению ее влажности на 1 %. Для оптимальной влажности пресс-порошка выбирают соответствующее прессовое давление.

Режим прессования имеет огромное значение и влияет на качество изделий. Под режимом прессования понимают:

- продолжительность прессования;
- условия приложения давления: одно- или двухстороннее (рис. 9);
- его характер: мгновенное, переменное, нарастающее;
- величину давления.

Режим прессования устанавливается в каждом отдельном случае и зависит от свойств сырья, качества пресс-порошка (зернистость и влажность) и вида прессуемых изделий (рис. 10).

Степень уплотнения характеризуется *коэффициентом сжатия*, т. е. отношением толщины слоя засыпанного в форму порошка к толщине спрессованного сырца. В зависимости от свойств сырья коэффициент сжатия глиняного порошка изменяется от 1,5 до 2,5. Тогда глубина засыпки формы определяется как произведение коэффициента сжатия на высоту отпрессованного изделия:

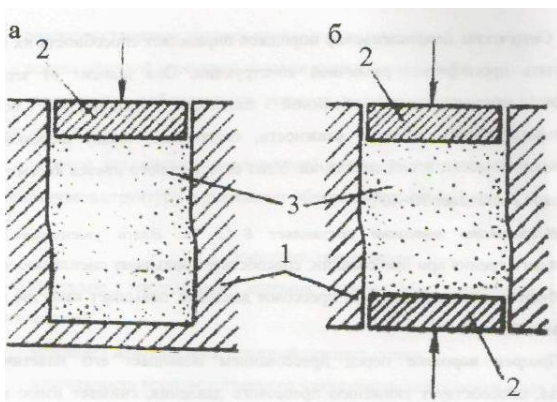


Рис. 9. Направленность прессования: а - одностороннее, б - двустороннее: 1 - формы; 2 - подвижные штампы; 3 - прессуемый порошок

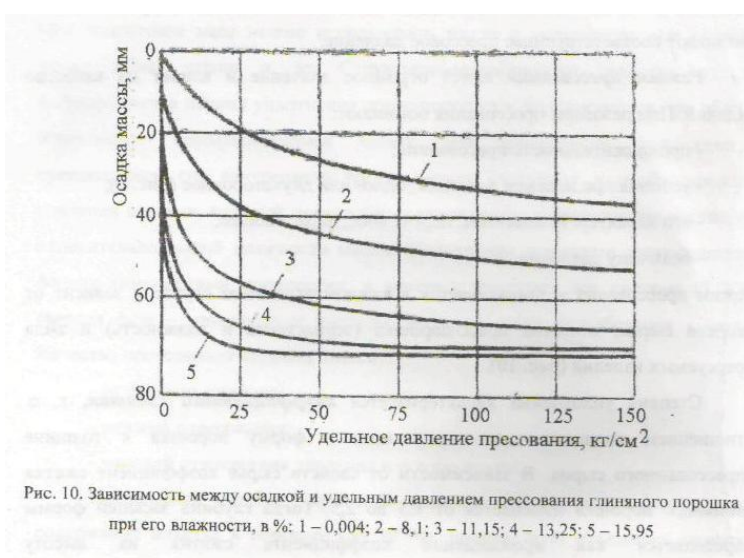


Рис. 10. Зависимость между усадкой и удельным давлением прессования глиняного порошка при его влажности, в %: 1-0,004; 2-8,1; 3 -11,15; 4- 13.25; 5 - 15,95

$$N_{ЗАС} = K_{СЖ} \cdot N_{СЫР}$$

Продолжительность прессования должна быть минимальной, но достаточной для удаления воздуха из пресс-порошка {0,5-3,5 с). Давление запрессованного воздуха (0,6-2 МПа) и воды является одной из причин упругого расширения, вызывающего расслоение изделий и повышенный расход мощности при прессовании. Меры борьбы с вредными действиями воздуха:

- увеличение времени прессования до 1,5 с;
- двухстороннее приложение давления;
- приложение давления с остановками (паузами);
- многоступенчатое прессование;
- повышение влажности порошка;
- устройство отверстий в стенках формы и штампах для удаления воздуха;

- ввод отошающих добавок;
- вакуумирование при прессовании.

Прессовое давление составляет 15-50 МПа. Чрезмерное давление приводит к расслоению сырца (перепрессовка), в особенности из пластичных глин. При недостаточном давлении создается рыхлая структура, снижается прочность и сырца, и готовых изделий. Среднее удельное давление прессования составляет, МПа:

- 7,3-9,8 для пластичных глин;
- 11,7-14,7 для тяжелых суглинков;
- 12,7-14,7 для суглинков, лессов.

С повышением влажности пресс-порошка на 1 % (но не выше 11-12 %) прессовое давление снижают на 1,4-1,9 МПа (рис. 11). Снижению неравномерности отпрессованных изделий способствуют:

- повышение влажности;
- введение ПАВ;
- подогрев пресс-формы;
- двухстороннее прессование.

Прессы для полусухого прессования разделяют по способу передачи прессующих усилий:

- на прессы ударного действия;
- рычажные;
- гидравлические.

По направленности прессовых усилий - одно- и двухстороннего прессования и по кратности воздействия - одно- и многоступенчатого прессования. Наиболее распространены коленно-рычажные прессы с двухсторонним прессованием в две стадии. Заполнение формы пресс-порошком происходит автоматически, с помощью загрузочной каретки. Полный цикл прессования 6 с, собственно прессование 2,08 с. Штампы прессы имеют электрообогрев. *Брак и его причины при прессовании:*

- трещины расслоения на боковых поверхностях сырца обычно образуются в результате упругого расширения, после снятия давления и извлечения его из формы. Устранению этого дефекта способствует использование порошков с возможно большей однородностью зерен по крупности, повышение влажности, их вакуумирование, отощение грубозернистым материалом, снижение прессового давления, применение двухстороннего ступенчатого замедленного прессования;

- образование заусенец по краям сырца связано с износом пресс-форм и штампов;

- вырывы на поверхности сырца указывают на прилипание массы к штампу и нижней матрице, что является результатом повышенной влажности порошка и недостаточности обогрева штампа. Устраняют недостаток систематической очисткой поверхности штампа и матрицы и их смазкой.

ТЕМА Производство лицевых керамических камней и кирпича

Лицевыми керамическими изделиями называют изделия, которые в стене выполняют одновременно конструктивные и декоративные функции. Такие изделия получили еще название *фасадной керамики*. Для зданий, возводимых из кирпича и камней штучной кладкой, лицевой кирпич и камень являются наиболее экономичными видами облицовки фасадов (табл. 10). В современной архитектуре лицевой кирпич применяется также для отделки интерьеров и отдельных архитектурных элементов зданий.

Оценку приведенных затрат в табл. 10 проводили по формуле

$$П = С + ЕК + Э/Е_0,$$

где $E = 0,12$, $E_0 = 0,10$ – коэффициенты эффективности.

Из данных табл. 10 видно, что дорогостоящая керамическая облицовка фасадов зданий при эксплуатации в течение 50 лет приводит к экономии средств за счет снижения затрат на обслуживание фасадов. Лицевой кирпич может быть прямой и профильный, он должен иметь ровные поверхности, четкий профиль, без сбоя и отколов. Цвет и характер обработки лицевых поверхностей должен создавать архитектурную выразительность фасадов. Цветовые опенки допускаются только в том случае, если они зрительно не воспринимаются при осмотре стены из

Экономическая эффективность лицевой керамики (по данным НИИСтройкерамики)

Показатель	Вид отделки фасада			
	дробленый камень	ПХВ-краска	декоративный бетон	лицевая керамика
Сметная стоимость, применяемая в строительстве (С)	2,03	0,42	1,55	1,67
Удельные капиталовложения а производство отделки (К)	0,60	0,76	0,54	1,50
Расходы по содержанию фасадов за 50 лет (Э)	0,145	0,271	0,11	0,027
Приведенные затраты (И)	3,58	3,26	2,75	1,95

кирпича с расстояния 10 м, трещины на кирпиче не допускаются. Водопоглощение не должно быть ниже 6 % и выше 12 %, морозостойкость не менее 25 циклов, марки у лицевого кирпича такие же, как у обыкновенного. Лицевой кирпич вырабатывают 1.с естественно окрашенным черепком фасадной поверхности,

2. глазурованный, двухслойный и ангобированный.

Глины, используемые для производства лицевых изделий, должны иметь низкую температуру и широкий интервал спекания. Для обожженных изделий обязателен ровный цвет, мало изменяющийся в пределах температур обжига. Глины должны быть достаточно однородны по составу, без содержания вредных примесей: зерен известняка, железистых и каменистых включений при отсутствии растворимых солей, ведущих к появлению на поверхности изделий выпловок, пятен, налетов. Число пластичности глины не менее 10.

Обжигают лицевые изделия природным газом. На стадии выдержки при максимальной температуре в печи создают восстановительную атмосферу, что дает возможность получать кирпич железисто-темных терракотовых оттенков и способствует лучшей спекаемости изделий.

Лицевой кирпич и камни изготавливают пластическим способом, но с сухой подготовкой глины. Глиняные и отошающие порошки дозируют в двухвальный смеситель, затем во второй смеситель, где увлажняют горячей водой или паром до пластичного состояния. Массу перерабатывают в ленточном прессе, выходящий из него брус режут на заготовки (комы массы), которые подвергают вылеживанию в массохранилище. Из полученной пластичной массы формовочной влажности (около 18 %) в ленточном вакуумпрессе выдавливают брус, который режут на кирпичи и камни требуемых размеров. Отформованное изделие сушат в туннельных сушилках и обжигают в туннельных печах. Виды лицевого кирпича и камня:

- красно жгущийся лицевой кирпич и камни готовят из однородных по составу легкоплавких глин по той же технологии, что и обыкновенный кирпич, со строгим соблюдением всех норм технологического режима;
- светложгущийся кирпич и камни изготавливают из маложелезистых огнеупорных и тугоплавких глин с добавкой 40-45 % шамота или дегидратированной глины. Для снижения окрашивающего влияния оксидов железа вводят добавки, содержащие оксид кальция. Производство светложгущихся кирпича и камня освоил Ревдинский кирпичный завод;
- окрашенный по объему кирпич и камни готовят на основе беложгущегося сырья. В качестве красителей используют материалы естественного природного и искусственного происхождения. Такие добавки содержат окрашивающие оксиды железа, хрома, марганца, меди, никеля, титана и др. Добавки должны подвергаться тонкому мокрому помолу и вводиться в виде шликера при увлажнении в глиномешалке. Окрашивание всей массы изделия требует повышенного расхода красящих добавок (от 5 до 15 %);
- отделка поверхности кирпича и камней минеральной посыпкой осуществляется нанесением ее на поверхность бруса, выходящего из мундштука вакуумпресса. Посыпка вдавливается в поверхность бруса специальными

валиками, через которые брус проходит перед резательным автоматом. В качестве минеральной посыпки используют крошки кварца, кварцевый песок и другие горные породы;

-ангобированный кирпич и камни изготавливают нанесением жидкотекучего ангоба как на сырую поверхность бруса, так и сухую поверхность кирпича. Толщина ангобного покрытия 2-5 мм. Ангоб готовят ИЗ беложгущихся глин и каолинов с добавкой тонкодисперсного шамотного порошка (0,25 мм) и красителей. Технологи должны подобрать одинаковую усадку ангоба и черепка и близкие ТКЛР. Ангоб позволяет использовать для изготовления яйцевых изделий тем неокрашенные и менее качественные глины. Расход ангоба составляет 2-5 % от массы изделия. При обжиге он прочно сцепляется с поверхностью кирпича;

- глазурованный кирпич а наше время находит все более широкое применение. Для покрытия используют сырые или фриттованные глазури, которые являются глухими и легкоплавкими. В их состав входит глина, полевошпат, перлит, стеклосбой, циркон и красители. Глазурная суспензия может наноситься на высушенное изделие и обжигаться однократно, возможно производство глазурованных изделий двукратным обжигом. В последнем случае глазурь наносится на обожженный кирпич, поверхность которого предварительно очищается от пыли и глазуруется. Второй обжиг проводят до разлива глазури. Вследствие шероховатости и пористости кирпичной поверхности глазурное покрытие прочно оцепляется с основой. Обычно глазурованию и ангобированию подвергают две боковые поверхности кирпича. Применение светло жгущихся глин в производстве строительной керамики ограничено вследствие ограниченности таких месторождений. Еще большие трудности возникают при производстве лицевого кирпича объемного окрашивания, так как окраску принимают только светложгущиеся глины. Керамические краски являются довольно дорогими материалами, и окрашивание всего объема изделия сильно удорожает его стоимость. Изготовление двухслойного кирпича исключает эти трудности. В таком кирпиче или камне основная часть формируется из местных, красножгущихся глин, а из светложгущихся или окрашенных глин формируется лишь лицевой слой, толщиной 3-8 мм. В этом случае снижается расход дефицитных природных глин -0,15-0,2 м³ на 1000 ЮГ, кирпича, или 6-8 % от объема. Подбирают состав основного и облицовочного слоев так, чтобы максимально сблизить их усадку. В состав массы этих слоев входит 13-15 % шамота и 23-15 % кварцевого песка. Формовочная влажность основного слоя 18-19 %, лицевого 20-23 %. Масса тщательно перерабатывается и вылеживается в течение 4-5 суток. Схема двухслойного формования приведена на рис. 12. Головка пресса 1 имеет осевое отверстие для прохода основной массы и периферийный Г-образный паз клиновидного сечения 2 для прохода облицовочной. При совместном их движении облицовочный слой сцепляется с основным. Окончательную форму брусу придает калибрующая рамка 3. Установка для двухслойного формования изделий представляет собой два перпендикулярно расположенных ленточных пресса, соединенных переходной головкой (рис. 13). Ленточный пресс, нагнетающий лицевой слой, имеет

значительно меньшую производительность, но создает более высокое прессовое



давление. Сушат и обжигают лицевой

Рис. 12. Схема двухслойного формования: 1 - головка пресса; 2-Г-образный паз клиновидного сечения; 3 – калибрующая рамка

кирпич и камин плашмя, без соприкосновения боковых поверхностей с другими изделиями и футеровкой вагонеток.

ТЕМА Способы объемного окрашивания керамического кирпича

Известно множество способов декорирования керамического кирпича, которые можно объединить в две основные группы: объемные и поверхностные способы окрашивания.

Объемное окрашивание, как известно, [] представляет собой введение в шихту различных минеральных добавок (карбонатные породы, руды черных и цветных металлов, продуктов их обогащения, отходов производств и т.д.) и оксидов металлов (Fe_2O_3 , MnO_2 , Cr_2O_3 , TiO_2 и др.), которые окрашивают изделие за счет их равномерного распределения в черепке или при образовании окрашенных кристаллических фаз. Введение таких добавок, которые, как правило, являются достаточно дорогостоящими, позволяет получать лицевой кирпич различной цветовой палитры. Отличительным преимуществом такого кирпича является его долговечность по сравнению с двухслойным, ангобированным и глазурованным кирпичом. Научно-технические разработки с целью объемного окрашивания керамических изделий наиболее активно ведутся с 70 годов прошлого века [Альперович и т.д.]. Для производства объемно-окрашенного лицевого кирпича в России и за рубежом применяют природные руды или отходы производств, которые содержат в своем составе соединения d-элементов (марганца, хрома, никеля, кобальта, меди, железа, титана). Это позволяет значительно снизить расход дефицитных и дорогостоящих природных материалов, а также в ряде случаев существенно повысить эксплуатационные и эстетические качества готовой продукции [20- 25]. Так, на ряде заводов России и зарубежья в качестве объемно-окрашивающей добавки используется марганцевая руда. Однако, для получения цвета от темно-коричневого до черного количество вводимой в шихту руды должно составлять до 30% по массе [26- 30]. Добавление марганцевой руды при улучшении декоративных свойств значительно уменьшает механическую прочность, увеличивает водопоглощение керамического кирпича, а также увеличивает себестоимость продукции, что не позволяет производителям керамического кирпича ее постоянное использование. Получение различных цветов керамического кирпича путем добавления в легкоплавкие глины оксидов марганца, хрома, титана и других хромоформных добавок подробно описано в работах различных авторов [30- 35].

В статье Г. Л. Мойсова [31] , показана зависимость влияния хромофорных добавок на цвет керамического кирпича. Автор отмечает, что существует сложная зависимость получения стабильного цвета керамических изделий от химико-физических и технологических факторов, сугубо индивидуальных на каждом кирпичном предприятии, что не позволяет полностью использовать полученные результаты в производственных условиях. В работе Г.Л. Мойсова показана зависимость изменения цвета от процентного содержания марганцевой руды. Однако образцы, полученные из разных масс, отличаются не только различной насыщенностью цвета при одинаковом содержании красителя, но и имеют различные оттенки цвета, что является существенной проблемой при выпуске большой партии продукции одного и того же цвета. Кроме того керамические природные красители являются довольно дорогими материалами, и окрашивание всего массива керамического изделия сильно удорожает его стоимость, что по экономическим соображениям почти исключает возможность организации производства цветных лицевых изделий способом объемного окрашивания.

Другими способами получения окрашенного керамического кирпича является его объемное осветление, которое в зависимости химического и минералогического состава глин позволяет получать кирпич различных цветовых оттенков. В трудах И.А. Альперовича с соавторами, подробно изложены результаты экспериментов, которые показывали, что для объемного осветления черепка в качестве хромофора применяют мел. При этом осветление керамического черепка карбонатами объяснялось образованием в процессе обжига железосодержащих минералов, связывающих оксиды железа, в частности, двухкальциевого феррита ($2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) и мелилита, представляющего собой твердый раствор геленита ($2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) и железистого окерманита ($2\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$). Однако это мнение противоречиво и не подтверждается данными фотометрических исследований, приведенных в ряде других работ А. П. Зубехина с соавторами где установлено, что образование железосодержащих соединений, особенно с концентрированным содержанием Fe_2O_3 , таких как двухкальциевый феррит ($2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ * $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) и другие, резко снижает коэффициент отражения с образованием бурокаричневого цвета, что никак не может осветлять керамический черепок. В настоящее время, к сожалению, нет четких научно подтвержденных положений об осветлении масс на основе легкоплавкого красножгущегося глинистого сырья, в связи чем эти вопросы являются нерешенными и актуальными. Кроме того, как отмечается рядом исследователей, введение значительного количества мела ухудшает физико-механические показатели изделия. На процесс осветления существенное влияние оказывают и другие факторы. Так, установлено, что для более интенсивного осветления черепка из красножгущейся глины необходимо повышение температуры обжига изделий, увеличение удельной поверхности карбонатных добавок, тщательное смешение глины с добавками, применение интенсифицирующих добавок и увеличение концентрации добавляемых карбонатов. Кроме того, значительное влияние оказывает химический состав глин: шихты с одинаковым содержанием оксидов железа, но при различном

содержании CaO (от 8 до 20%) при одной и той же температуре обжига могут придать обожженному кирпичу окраску от коричневой до белой. Неравномерность окраски приводит к ухудшению не только марочной прочности, но и не соответствию требованию ГОСТа.

Известно[37], что добавкой, придающей черепку светлый тон, является диоксид титана, что также является спорным вопросом, так как TiO_2 усиливает белый цвет[Небраженский], но при совместном содержании Fe_2O_3 усиливает окраску силикатных материалов.

В ряде работ установлено, что можно получать керамические изделия желтого цвета с применением диоксида титана, находящегося в форме рутила, измельченного до тонины помола не более 0,1% на сите № 0045. Однако процентное содержание его в массе должно быть не ниже 5—10%. Кроме того температура обжига в печи должна быть не ниже 1000–1040 °С, что часто невозможно при использовании легкоплавких глин, а также значительно увеличивает стоимость готовых изделий.

Ввод в глиномассу оксида хрома, который способствует усилению темно-зеленых тонов, в количестве 2,5—5,0 мас. % приводит к получению коричневого цвета. Однако окраска изделий неоднородна по объему и имеет серо-зеленые оттенки.

Ввод в состав масс окрашивающих компонентов приводит к необходимости тщательного регулирования окислительно-восстановительных параметров газовой среды в печном пространстве. При объемном окрашивании газовая среда в обжиговой печи может изменять цвет кирпича от красного до светло-желтого при прочих равных условиях.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что объемное окрашивание, осветление или придание кирпичу более темных тонов, связано с использованием добавок, которые необходимо равномерно распределить в керамической массе и обжигать в стабильных окислительно-восстановительных условиях, которые зачастую сложно создать в условиях промышленного производства.

Тема Способы поверхностного окрашивания и декорирования керамического кирпича

Другим направлением исследований возможности получения лицевого декоративного кирпича является применение декорирования его лицевой поверхности.

Поверхностные способы производства декоративного кирпича можно разделить на способы обработки поверхности глиняного бруса и способы обработки поверхности обожженного кирпича[].

Наиболее технологичны и эффективны способы обработки глиняного бруса, так как производство кирпича может быть организовано без кардинальной перестройки технологической линии производства. Они не требуют двойной сортировки кирпича, дорогих и дефицитных материалов, процесс производства максимально механизирован [39].

К способам обработки поверхности бруса относятся: производство торкретированного кирпича, нанесение пленок битумной эмульсии, механическая

обработка лицевой поверхности глиняного бруса, обработка поверхности под "старый" и "античный" кирпич, производство двухслойного и ангобированного кирпича.

Наиболее простым является способ механической обработки лицевой поверхности глиняного бруса, в процессе которого обеспечивается получение только декоративной рельефной поверхности лицевого кирпича. Недостатком является то, что при этом изменяется только характер поверхности без изменения цвета, то есть однотонности продукции, что делает ее малопривлекательной.

Этот же недостаток присущ и способу обработки лицевой поверхности под "старый" и "античный" кирпич. Лицевые стороны при этом способе окрашивают беспорядочно нанесенными пятнами краски или искривляют поверхность ребер. Однако лицевая поверхность в результате имеет все ту же красно-коричневую "кирпичную" окраску с небольшими оттенками, что исключает возможность создания различных дизайнерских решений, позволяя разнообразить архитектуру зданий и сооружений лишь за счет самой формы здания.

При производстве торкретированного кирпича на его лицевую поверхность наносят стеклянную или кварцевую крошку. В производстве этот способ широкого применения не нашел, так как существенным недостатком является осыпание и недолговечность фактурного слоя как в процессе производства, так и при дальнейшей эксплуатации.

Для уменьшения количества высолов на лицевой поверхности кирпича на нее наносят пленки битумной эмульсии, однако этот способ никак не декорирует поверхность кирпича, а просто улучшает вид кладки в процессе ее эксплуатации, не позволяя проступать белым высолом наружу.

Некоторые заводы предпринимали попытки производства двухслойного кирпича [44]. При этом желаемый цвет лицевой поверхности достигается при использовании небольшого количества беложгущейся глины. Для получения цветного покрытия в состав лицевой керамической массы вводят различные красители: оксиды марганца, хрома, кобальта, железа, а также пигменты, вырабатываемые на заводах керамических красок. Толщина лицевого слоя составляет 2...5 мм. При таком производстве главная проблема состоит в совместимости массы лицевого и основного слоев. Также должно быть обеспечено прочное их сцепление при формовании. После сушки и обжига слои не должны отслаиваться друг от друга и не давать трещин [44-48]. Эта технология предусматривает наличие большого количества дополнительного оборудования, а также повышенную трудоемкость процесса изготовления. Однако, двухслойный кирпич, как и торкретированный, характеризуется небольшой долговечностью в процессе эксплуатации.

Матовую цветную поверхность керамического черепка можно получить также с помощью нанесения ангобного покрытия [40, 49]. Ангоб - это тонкий слой (не более 0,25 мм) глиняной суспензии требуемого цвета совместно с добавками, наносимый на поверхность кирпича, после обжига приобретающий прочность. Если лицевой кирпич, изготавливаемый из местных глин, не удовлетворяет по цвету архитекторов, то требуемый цвет можно получить с помощью ангоба. Ангоб позволяет также усилить естественный цвет глины. Дешевле обходятся ангобы из местных глин. Использование одной и той же глины для лицевого и основного слоев сырца исключает возникновение

напряжений и отслоений ангоба, так как у них общая усадка и одинаковые коэффициенты температурного линейного расширения [50]. Состав ангоба должен обеспечивать высокое сцепление его с черепком, низкое водопоглощение лицевого слоя, достаточную твердость покрытия. Сложность технологии состоит в необходимости правильного подбора состава ангоба и трудоемкости его изготовления.

К способам обработки поверхности относится также производство кирпича с применением органосиликатных материалов, фосфатных красок и кремнийорганических эмалей, отделка кирпича полимерными порошковыми красками, плазмохимическая технология и т.д. [51, 52].

Органосиликатные материалы представляют собой суспензии силикатных и оксидных компонентов в толуольных растворах, модифицированных кремнийорганическими полимерами. В результате образуется атмосферостойкое покрытие, которое имеет красивый вид, исключаящее прохождение высолов на лицевую поверхность кладки [42, 51]. Основным и главным недостатком всех этих способов является то, что они взрыво- и пожароопасны, поэтому требуют соблюдения повышенных правил безопасности. Их применение лишь подчеркивает естественный цвет черепка, улучшая при этом технико-эксплуатационные свойства лицевой поверхности.

Все рассмотренные методы обработки поверхности керамического лицевого кирпича недостаточно эффективно улучшают декоративные качества данного строительного материала и значительно усложняют технологию.

На основании вышеизложенного, способы повышения декоративных свойств лицевой поверхности кирпича можно представить следующим образом (рис. 1.1)

Рисунок 1.1 Способы декорирования керамического кирпича.



ТЕМА Керамическая черепица

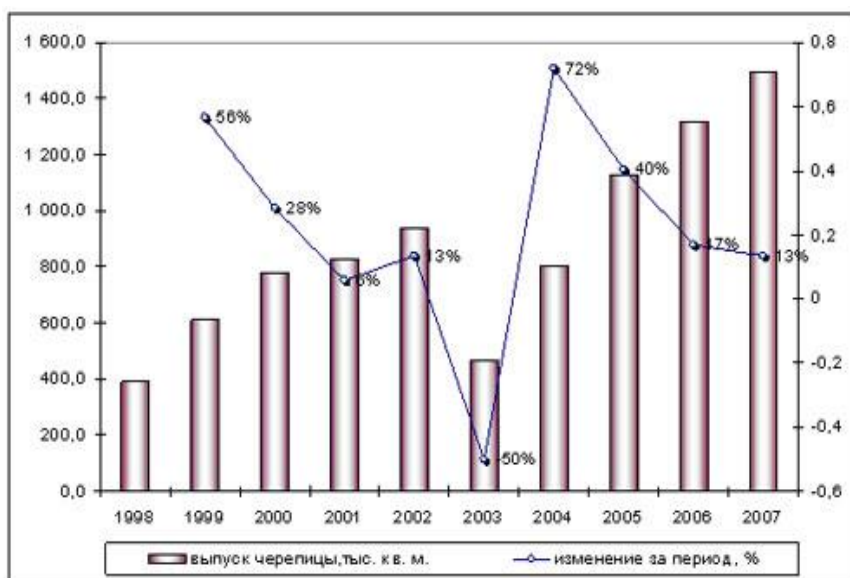
Десятки лет назад люди открыли для себя чудесные качества натуральной черепицы. Здания под такой крышей строились ещё в Древней Греции и Древнем Риме. Надёжность, долговечность, универсальность и эстетичность – вот далеко не весь список достоинств черепицы. Черепица морозостойка и пожаробезопасна. Она устойчива к воздействию агрессивных веществ, ветру, солнечной радиации, имеет малую теплопроводность, обладает хорошими шумоизоляционными свойствами.

Повышенный интерес к натуральной черепице вызвал стремительный рост ее производства. Сегодня тысячи и тысячи предприятий во всем мире выпускают великое множество видов и типов черепицы, разобраться в котором без определенной подготовки достаточно трудно. Похоже, что и в России черепица наконец-то получает подобающее признание, ибо люди все больше осознают, что крыша, как и стены, должна служить источником домашнего покоя, а не причиной постоянных забот. В отличие от любой другой кровли, уложенная однажды черепица в дальнейшем не требует к себе сколько-нибудь серьезного внимания. В современном динамичном мире с его конкурентным духом крыша из натуральной черепицы - это еще и подлинный символ благополучия и уверенности. Дома под черепицей обладают непередаваемым очарованием. Они органично вписываются как в современный пейзаж улиц, так и природный ландшафт.

Рынок кровельных материалов в России характеризуется высокими темпами роста, основным катализатором которого выступает активное развитие строительной отрасли. Ежегодный темп роста рынка кровельных материалов в целом составляет порядка 10–20%.

Потребление натуральной черепицы в последние годы также как и производство ежегодно увеличивается. По оценкам экспертов, в последующие годы потребление черепицы также будет расти как за счёт увеличения производства в стране, так и за счёт увеличения закупок импортной продукции. Объём потребления черепицы в России в 2015 г. может достичь 150-200 тыс.т., тогда как в 2007 г. составил 72 тыс.т. При этом потребление натуральной черепицы в основном будет расти при индивидуальном строительстве, а также строительстве элитного жилья. Динамика производства черепицы в России, 1998-2007 гг. представлена на рисунке1.

Рис.1. Динамика производства черепицы в России, 1998-2007 гг.,тыс.м²



Как видно из диаграммы объём выпуска черепицы всех видов с 2004 г. ежегодно увеличивается с разными темпами прироста. Благодаря росту благосостояния населения и повышенному интересу к качественным строительным материалам, популярность черепицы возрастает ежегодно, поэтому производство её в России стремительно растёт. Однако кривая темпов прироста объёмов выпуска черепицы имеет тенденцию к уменьшению, поэтому для удовлетворения неуклонно растущего спроса является весьма актуальным строительство нового завода по производству керамической черепицы.

Производят следующие виды черепицы

Таблица - Основные виды и размеры черепицы

Вид черепиц	Габаритные размеры, мм		Масса 1м ² в насыщенной водой состоянии, кг	Количество черепицы на 1м ²
	длина	ширина		
Пазовая:				
1) ленточная	400			
2) штампованная	не нормируется	200	50 не более 50	15 17
Ленточная:				
1) плоская	365	155	60	40,3
2) S-образная	390	215	не более 50	17
Коньковая	365	200	10 кг на погонный м ²	-

Возможен выпуск черепицы других размеров. Пазовая черепица используется для покрытия скатов кровли. Коньковая – для покрытия коньков и ребер.

По внешнему виду лицевой поверхности может быть следующие:

- 1) Терракотовая (из сырья естественного цвета);
- 2) Цветная (объемного окрашивания или ангобирования);
- 3) Глазурованная, блестящая или матовая;
- 4) Поверхность черепицы может быть покрыта кремне-органическими покрытиями для повышения водонепроницаемости.

Сырьем для производства черепицы является легкоплавкие, хорошо спекающиеся, пластичные, малочувствительные к сушке глины. Не имеющие крупных посторонних включений. Воздушная усадка не должна превышать 5-7%, огневая 4%. Пластичные глины отощают песком или шамотом, в количестве 15-25%. Подготовка массы для черепицы аналогична подготовке массы для кирпича пластичного формования. Черепицу формируют пластическим способом на ленточных вакуум-прессах, разрезают с помощью станка полуавтомата.

Пазовую штампованную черепицу формируют на револьверном эксцентриковым, садовом и других прессах.

Сушку осуществляют в туннельных сушилках в течении 24-36 часов. Обжиг проводят в тех же печах что и кирпич при температуре 900-950°C. Садку черепицы осуществляют верхние ряды садки кирпича.

Виды дефектов черепицы

Таблица – Виды дефектов черепицы

Показатель	Норма
1. Отбитости на перекрываемой стороне, в мм не более:	
— длина	50
— ширина	10
Отбитости на перекрывающей стороне	не допускается
2. Для глазурованной черепицы:	
— волнистость глазури	допускается
— потеки глазури высотой, в мм не более	1,5
— плешины и спешным общей площадью, в мм ² не более	20
— подглазурная засорка диаметром 2-4 мм, в штуках не более	5
— мушки до 5 мм не более	3
— наколы диаметром до 1 мм	допускаются
— сухость, вскипание глазури вдоль краев черепицы шириной в мм, не более	3

Общее количество дефектов по показателям внешнего вида не должно превышать более 4 на отдельно взятой черепице.

Обожженная черепица должна обладать следующими свойствами:

- водопоглощение не более 10%;
- морозостойкость не менее 15 циклов;
- прочность при изгибе не менее 7 МПа;

- разрушающая нагрузка при испытании на излом черепицы в воздушно-сухом состоянии, в кгс не менее :
 - для S- образной ленточной – 150;
 - для пазовой штампованной – 90;
 - для остальных видов черепицы пластического формования – 80;
 - для ленточной плоской полусухого формования – 40.