

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Рудненский индустриальный институт

Кафедра строительства и строительного материаловедения

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
«КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»

по дисциплине «Технология керамических материалов»

для студентов специальности
«Производство строительных материалов, изделий и конструкций»

Рудный 2018

УДК 666.3
ББК 26.342
Т.13

Рецензенты:

Рахимов М.А. – к.т.н., доцент Карагандинский государственный
технический университет

Мирюк О.А. – д.т.н., профессор, Рудненский индустриальный
институт

Тажибаева Д.М.

Т.13 Учебное пособие «Керамические материалы» по дисциплине
«Технология керамических материалов» - Рудный, РИИ, 2018. – 107 с.
Ил. 41, табл. 4, список лит. 25 назв.

ISBN 978-601-7554-69-9

Изложены основы производства керамических строительных материалов. Приведена номенклатура керамических строительных материалов. Рассмотрены технологии производства керамического кирпича, плиток для внутренней облицовки стен, керамической черепицы разными способами производства. Описаны процессы сушки и обжига.

Пособие предназначено для студентов специальности 5В073000 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

УДК 666.3
ББК 26.342
Т.13

ISBN 978-601-7554-69-9

© Тажибаева Д.М., 2018
©Рудненский индустриальный институт, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 История развития керамических изделий	5
2 Классификация керамических изделий	9
2.1 Стеновая керамика	13
2.2 Материалы для наружной облицовки	18
2.3 Материалы для внутренней облицовки	23
2.4 Санитарно-технические изделия	28
2.5 Кровельная черепица	29
2.6 Клинкерный кирпич	30
2.7 Керамические трубы	31
2.8 Керамические изделия специального назначения	32
3 Сырье для производства керамических материалов	34
4 Добавки к глинам для керамических материалов	38
4.1 Отощающие добавки	38
4.2 Флюсующие добавки	42
4.3 Выгорающие добавки	44
4.4 Пластифицирующие добавки	46
4.5 Специальные добавки	46
5 Способы производства керамических изделий	47
6 Формование керамического кирпича пластическим способом	49
7 Формование керамического кирпича методом полусухого прессования	54
8 Сушка керамических изделий	57
9 Обжиг керамических изделий	59
10 Технология производства керамической плитки для внутренней облицовки стен	63
11 Технология изготовления глазурованной плитки методом литья	67
12 Технология производства ковров из литых керамических плиток	76
13 Технология изготовления керамической черепицы	83
14 Ресурсосбережение в технологии керамических материалов	90
Список использованных источников	94
Приложение А. Основные этапы в истории керамической технологии	96
Приложение Б. Глоссарий	97

ВВЕДЕНИЕ

Керамическими называют искусственные каменные материалы и изделия, полученные в результате технологической обработки минерального сырья и последующего обжига при высоких температурах.

Само слово «керамика» происходит от греческих слов *keramos* – глина и *keramikos* – гончарное искусство. Иными словами, керамические изделия изготавливают из глины путем придания ей в пластическом состоянии заданной формы с последующими процессами сушки и обжига.

Производство керамических изделий – одно из самых древних ремесел. Начиная с каменного века изготавливались простые глиняные сосуды как необходимая утварь для хранения пищи и воды. В эпоху палеолита существовали сделанные из глины скульптуры людей и животных. Когда человек научился добывать огонь, производство керамических изделий сделало большой шаг вперед. Изделия из глины, обожженные для придания им твердости, были известны еще за 15 тыс. лет до н.э.

Искусство керамики – изготовление различных предметов из глины – древнейший вид народного ремесла. С незапамятных времен керамические изделия служили человеку. Повсюду, где имелись природные запасы глины, пригодной для обработки, мастера-гончары создавали всевозможные по форме и декору цветочные горшки, кувшины, миски, фляги, блюда, вазы и многие иные предметы, необходимые в быту. Пластичность глинистого материала, его тональность, колористическое многообразие глазурей, которые придают изделиям сочную и пеструю окраску, способствовали тому, что керамические изделия выполняли не только исключительно утилитарную функцию, они становились произведениями искусства.

Керамика разных эпох отмечена характерными чертами своего времени. Интерес к ней сохраняется и в настоящее время. Ныне керамика широко используется в отделке фасадов зданий, оформлении интерьеров, в садово-парковой архитектуре, в декоративно-прикладном искусстве.

Простота технологии и неисчерпаемая сырьевая база для производства керамических изделий самых разнообразных видов предопределили их широкое и повсеместное распространение. Этому способствуют также высокая прочность, долговечность, экологическая безвредность и декоративность керамики. И в настоящее время керамика остается одним из основных строительных материалов, применяемых практически во всех конструктивных элементах зданий и сооружений [1].

1 История развития керамических изделий

Керамика всегда была и есть на стыке науки, технологии и искусства. История керамики уходит глубоко в глубь тысячелетий. Древнейшая керамика и сейчас продолжает служить науке, помогая изучать пути развития человечества. Как известно с глубокой древности, глинистые материалы при обжиге образуют прочный материал, имеющий достаточно сложную структуру, в которой присутствуют частички разного состава и размера, такие материалы называются керамическими. Одно из первых изделий из обожженной глины датируется XXIII тысячелетием до н.э.

Несмотря на то, что техника обжига глиняной посуды была известна уже в течение многих тысячелетий, производство обожженного кирпича началось много позже, примерно 4000 лет до н.э. в Месопотамии, причем первоначально его использовали для облицовки выложенных из глиносырцового кирпича стен (рисунок 1).

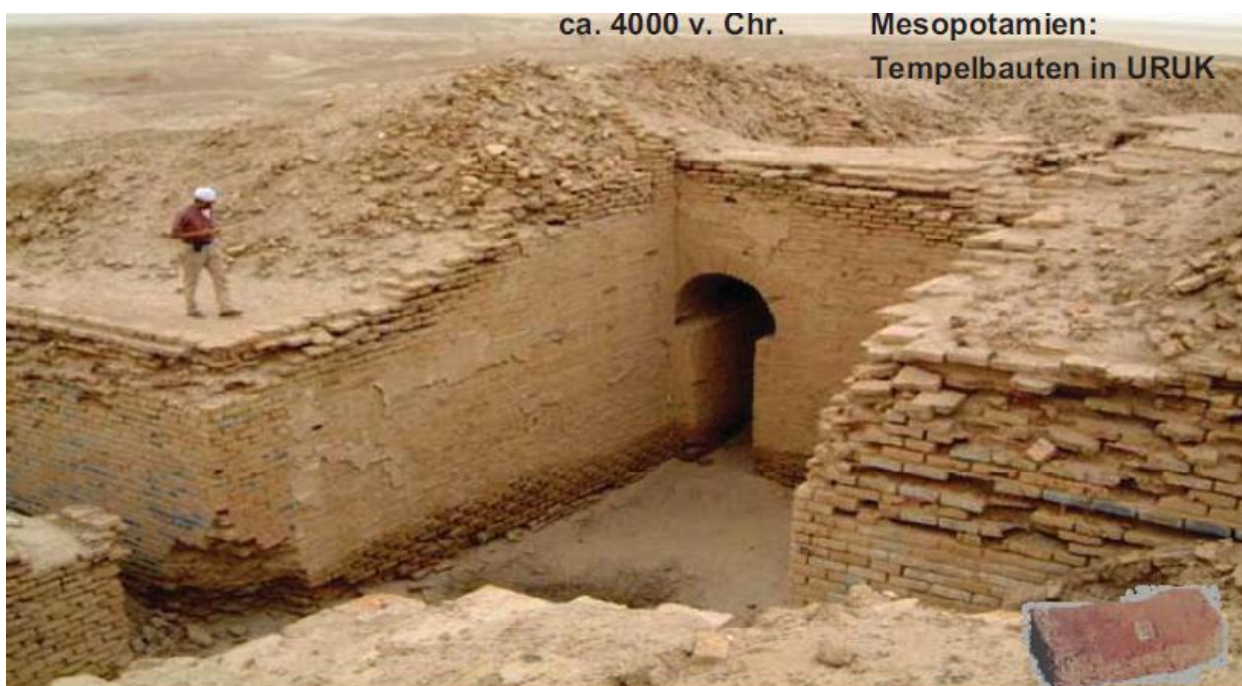


Рисунок 1 – Кирпичная кладка храма в Месопотамии, 4 тыс. лет до н.э.

Через тысячу лет там же было освоено производство цветного кирпича (рисунок 2).

Первые кирпичи формовали в деревянных формах, а обжигали в, так называемых, напольных печах (рисунок 3). Такого типа печи в некоторых странах используют и в наши дни, особенно там, где имеется дешевое топливо.



Рисунок 2 – Цветной и рельефный кирпич в Месопотамии, Вавилон

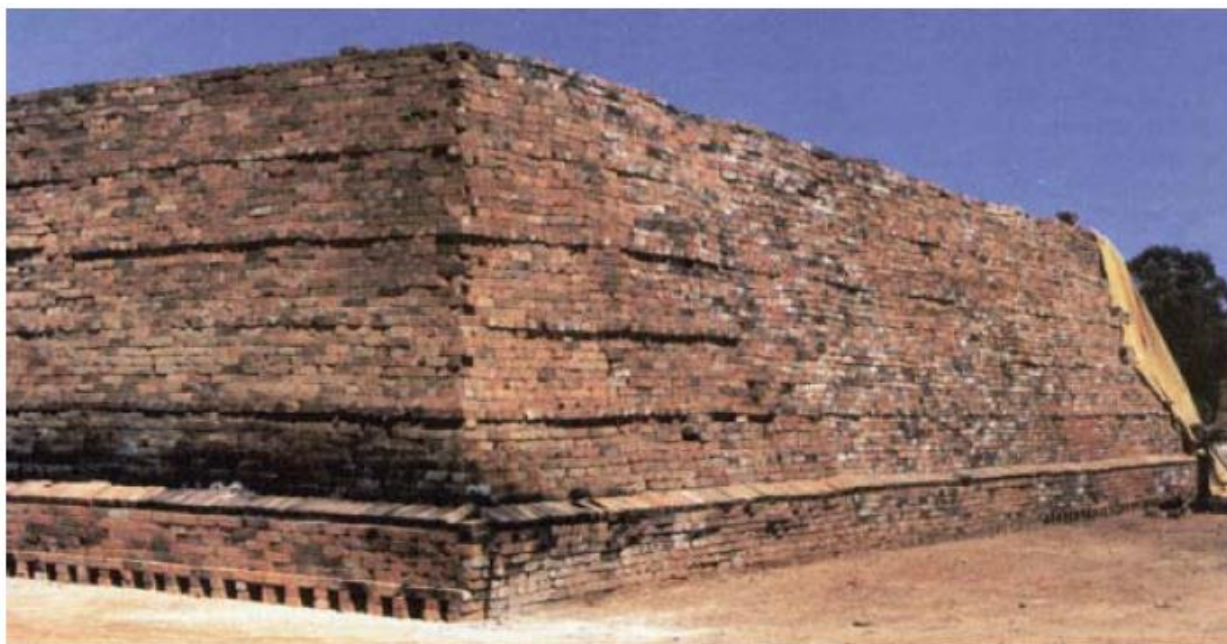


Рисунок 3 – Напольная печь для обжига кирпича, ЮАР

В Древнем Египте применение кирпича прижилось несколько позже, интересно, что уже в ту пору архитекторы весьма обстоятельно подходили к выбору материала для того или иного здания. Не случайно в Древнем Египте родилась поговорка «гранит и мрамор для богов и мертвых, керамика – для живых». Глубоко символично, что описание изготовления кирпича попало в библейские сказания, на настенных росписях храмов мы можем видеть

изображения его производства (рисунок 4). В деталях демонстрируется ручное производство кирпича в точном соответствии с текстом Библии.

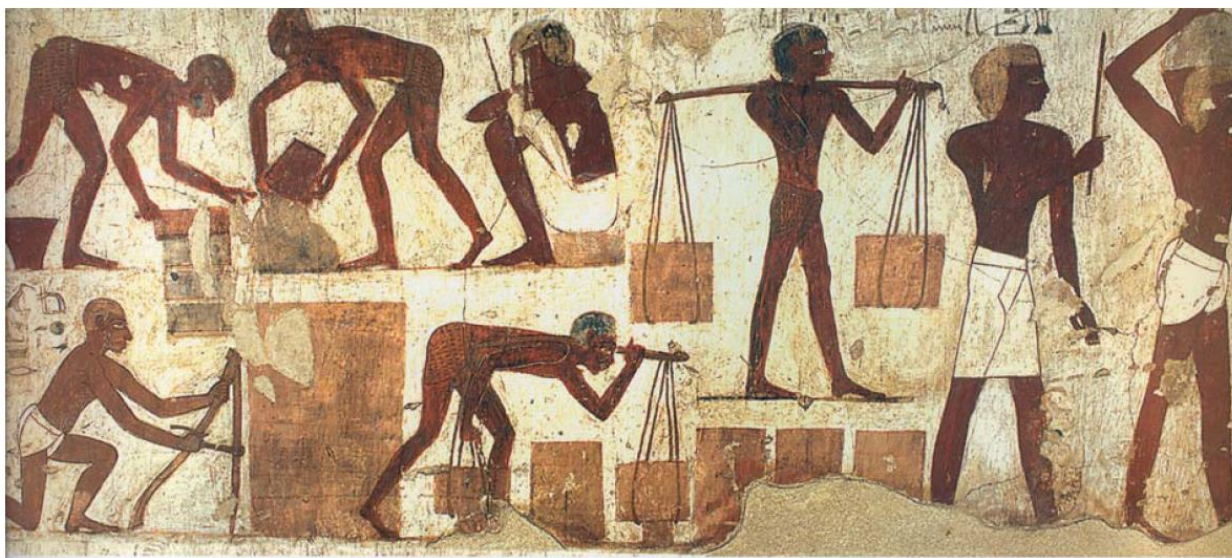


Рисунок 4 – Настенные росписи храма. Древний Египет, 1450 г. до н.э.

Существенные изменения в технологию обжига кирпича внесли римляне, ими были сконструированы печи, которые позволяли получать более качественный кирпич (рисунок 5).



Рисунок 5 – Кирпич в древней застройке Рима

Шаг за шагом расширялась сырьевая база керамики, так при строительстве соборов в Константинополе применяется легкий кирпич,

изготовленный с применением кизельгура (диатомита). По Великому Шелковому пути, проложенному еще во времена Римской империи, многие страны поддерживали контакты с Китаем, где искусство керамики достигло наивысшего расцвета. Самая ранняя керамика в Китае – посуда из белой глины – датируется вторым тысячелетием до н.э. Китайские гончары придумали многоступенчатую печь, температура в которой достигала 1200°C (рисунок 6), это позволило получать тугоплавкие изделия.

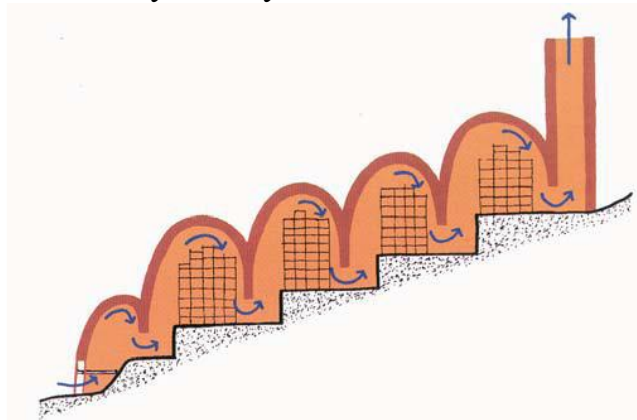


Рисунок 6 – Многоступенчатая печь, Древний Китай

При производстве керамики китайские мастера придавали исключительное значение соответствующей подготовке глины. Для этого использовались самые различные приспособления, которые по своему функциональному назначению очень напоминают бегуны мокрого помола (рисунок 7). Исключительное внимание уделялось процессу вылеживания глины. В Китае говорили, что дед готовит сырье для внука.

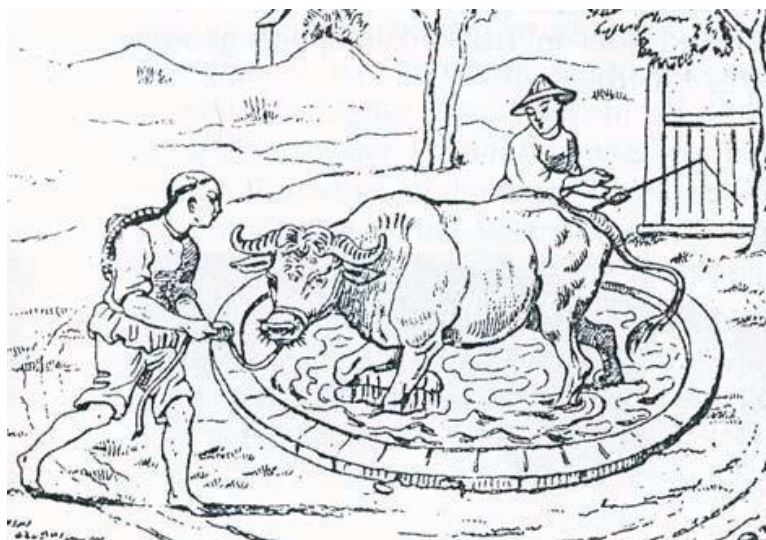


Рисунок 7 – Китайская гравюра. Процесс подготовки глины

Китайские мастера достигли непревзойденных высот в создании как тонкой, так и строительной керамики [2].

2 Классификация керамических изделий

Существуют несколько классификаций строительных керамических изделий и материалов, а именно – по плотности, прочности и назначению.

Более обширной является классификация по назначению:

- стеновые – к ним относятся кирпич и камни;
- отделочные – плитки, которые в свою очередь подразделяются на плитки для полов, фасадные, для внутренней облицовки стен;
- кровельные: разновидности глиняной черепицы;
- теплоизоляционные: диатомитовый кирпич, легкие искусственные заполнители для бетона – керамзит, аглопорит;
- огнеупорные - динас, шамот, окисная керамика;
- кислотоупорные – резервуары, трубы, плиты;
- санитарно-технические изделия: умывальники, ванны, раковины, унитаза, трубы дренажные и канализационные.

В некоторых источниках, трубы выделяют в отдельную категорию.

По плотности керамические строительные изделия делят на: плотные, характеризующиеся водопоглощением менее 5% (плитка для полов, дорожный кирпич), и пористые – с водопоглощением более 5% (облицовочные плитки, камни, глиняный кирпич, черепица).

По прочности, морозостойкости делятся на марки (например, марка кирпича 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300).

По **температуре плавления** керамические материалы и изделия подразделяются на:

- легкоплавкие (с температурой плавления ниже 1350°C),
- тугоплавкие (с температурой плавления 1350 – 1580°C),
- огнеупорные (1580 – 2000°C),
- высшей огнеупорности (более 2000°C).

По качеству переработки сырья керамику делят на грубую и тонкую:

- **грубая:** кирпич, черепица, плитки фаянсовые и для полов;
- **тонкая:** фарфор и полуфарфор.

Общая классификация керамических материалов и изделий представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Общая классификация керамических материалов и изделий

Назначение	Основные изделия	Основное исходное сырье	Способ производства изделий	Температура обжига, °С	Вид черепка	Вид керамики
Конструкционная керамика	Керамический кирпич и камни, панели из них, кирпич для дымовых труб	Глина легкоплавкая, кварцевый песок, промышленные отходы угледобычи и углеобогащения, кремнеземистые осадочные породы	Пластический, жесткий, полусухой	950-1100	Пористый, грубозернистого строения	Грубая (грубозернистая терракота)
Облицовочная керамика	Кирпич и камни лицевые	Глина легкоплавкая и тугоплавкая красножгущаяся и светложгущаяся, кварцевый песок, шамот	Пластический, жесткий, полусухой	950-1100	Пористый, грубозернистого строения	Грубая (грубозернистая терракота)
	Плитки облицовочные	Глина тугоплавкая и огнеупорная светложгущаяся, кварцевый песок, полевой шпат, каолин	Полусухой со шликерной подготовкой массы, пластический	1000-1200	Пористый или спекшийся, макрооднородного строения	Тонкая (терракота, фаянс), «каменная»
Кровельная керамика	Черепица	Глина легкоплавкая, кварцевый песок, шамот	Пластический, полусухой	950-1100	Пористый, однородный, зернистого строения	Грубая (терракота)
Санитарно-техническая керамика	Умывальники, раковины, сливные бачки и др.	Глина беложгущаяся огнеупорная, каолин, кварцевый песок, шамот, полевой шпат	Литьем в гипсовых формах	1150-1300	Пористый или спекшийся	Тонкая (фаянс, полуфарфор, фарфор)
Трубы	Дренажные	Глина легкоплавкая, кварцевый песок	Пластический	1000-1050	Пористый	Грубая (терракота)
	Канализационные	Глины огнеупорные или тугоплавкие, шамот, каолин, кварцевый песок	Пластический	1250-1300	Пористый спекшийся и	Грубая

Продолжение таблицы 1

Дорожные материалы	Клинкерный кирпич, плитка	Тугоплавкие глины, шамот, песок	Пластический, полусухой	1250-1300	Спекшийся	«Каменная» (керамогранит)
Специальная керамика - кислотоупорная	Кирпич, плитка	Глина беложгущая огнеупорная, каолин, кварц, полевой шпат, шамот, тугоплавкая глина	Пластический	1200-1300	Спекшийся	«Каменная», кислотоупорный фарфор
- огнеупорная	Кирпич, камни, фасонные изделия	Огнеупорная глина, каолин, шамот	Пластический, полусухой, трамбование из порошковых масс	1350-2000	Пористый и спекшийся	Алюмосиликатная
- теплоизоляционная	Кирпич, плиты, скорлупы	Трепел, диатомит, пенообразователи, опилки, перлит	Пластический, литьевой	850-1100	Высокопористый, ячеистый	Грубая высокопористая
- огнеупорная теплоизоляционная	Плиты, войлок, рулонный материал, бумага, картон, фетр	Муллитокремнеземистая вата, бентонитовая, каолининовая глины, пенообразователь, каолин	Вибропрессование, прессование, литье	1200-2000	Высокопористый, ячеистый, волокнистый	Огнеупорная высокопористая
Декоративно-художественная керамика	Изразцы, декоративные детали, скульптура, вазы	Глина легкоплавкая и тугоплавкая, кварцевый песок, шамот	Пластический, полусухой, трамбование, литье	950-1100	Пористый, грубо или тонкозернистый	Грубая (терракота)

Основными традиционными видами архитектурно-художественной керамики являются: терракота, майолика, фаянс, фарфор, каменная масса.

Терракота (итал. terracotta – обожженная земля) представляет собой неглазурованный пористый керамический материал с цветным оттенком. Для терракоты характерна гамма оттенков от бледно-розового, желтовато-кремового и сероватого до кирпично-красного, иногда вишневого. Окраска зависит от количества примесей железа в исходной массе. Терракота находит широкое применение в изделиях строительного, бытового и художественного назначения (стеновые материалы, архитектурные детали, фигурные части архитектурной отделки, фасадные плитки, изразцы, вазы, садово-парковая скульптура).

Майолика (старое название острова Майорка – Majolika, откуда ввозилась в Италию испано-мавританская глазурованная керамика). В XIV–XV вв. так называлась любая глазурованная керамика, но в современном декоративно-художественном искусстве майоликой называют фаянсовые изделия с белым или цветным оттенком, расписанные красками по свежей, еще не обожженной глазури. Майолика – пористый материал с гладкой или рельефной поверхностью, покрытый глазурью. Применяется для изготовления бытовых и художественных изделий (кувшинов, ваз, статуэток), а также для архитектурно-художественного оформления интерьеров.

Фаянс (итальянский город Фаэнца – один из центров производства глазурованной керамики) – твердый мелкопористый материал белого цвета, отличается от фарфора непрозрачностью и большим водопоглощением (от 5 до 12 %), из-за чего его покрывают глазурью. Фаянс не просвечивает. Применяется в производстве облицовочной плитки и посуды, декоративных и санитарно-технических изделий (наряду с фарфором и полуфарфором). По своим техническим, а также гигиеническим свойствам фаянс значительно уступает фарфору, его стоимость значительно ниже последнего.

Полуфарфор – тонкокерамический материал, занимающий по составу и своим основным свойствам среднее положение между фарфором и фаянсом. Он характеризуется высокой плотностью и почти совсем не просвечивает. Из полуфарфора изготавливают различную посуду и санитарно-технические изделия.

Фарфор – представляет собой белый плотный спекшийся, непроницаемый для жидкостей и газов (даже в неглазурованном виде) керамический материал с раковистым изломом. Фарфор просвечивает в тонких слоях. Легкие удары деревянной палочкой о край фарфорового изделия вызывают чистое и продолжительное звучание. Он характеризуется высокой механической прочностью, термостойкостью и химической стойкостью, отсутствием открытой пористости. Его водопоглощение менее 0,5 %. Применяется для изготовления санитарно-технической, бытовой и художественной керамики. Фарфоровые изделия санитарно-технического

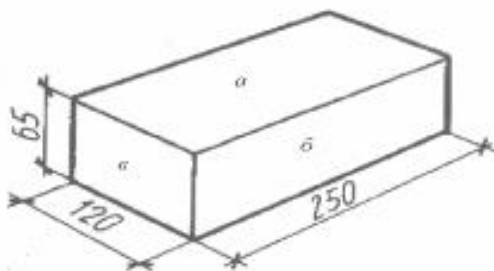
назначения также покрывают глазурью для придания им гладкости и повышения санитарно-гигиенических свойств.

Каменная масса – близкий к фарфору плотный материал, отличается от последнего цветом (преимущественно серый, коричневый) и непрозрачностью. Этот материал имеет высокую механическую прочность, устойчивость к химическим воздействиям и высокую термостойкость. Из каменной массы изготавливают изделия технического назначения, в частности химическую аппаратуру, кухонную посуду и декоративные изделия [1, 3].

2.1 Стеновая керамика

Керамический кирпич – строительный материал, полученный из глин путем формования и обжига.

Кирпич глиняный обыкновенный имеет размеры 250×120×65 мм (одинарный), 250×120×88 мм (утолщенный), 288×138×63 мм (модульный) и 288×138×88 мм (модульный утолщенный). Самая большая грань кирпича называется постелью, боковая – ложком, торцевая – тычком (рисунок 8).



a – постель; *б* – ложок; *в* – тычок

Рисунок 8 – Кирпич керамический обыкновенный

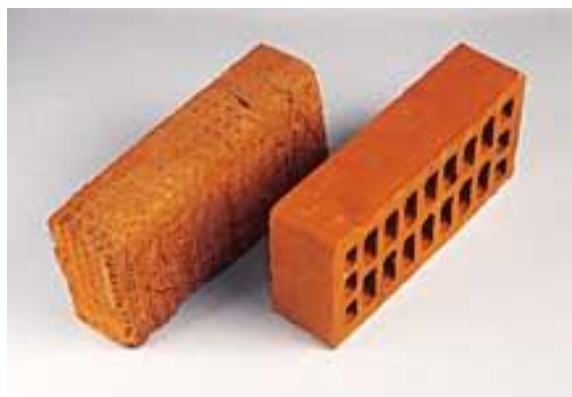
Кирпич глиняный обыкновенный применяется для кладки наружных и внутренних стен, столбов, фундаментов, сводов и других частей зданий, в которых полностью используется его высокая прочность.

Обычный строительный кирпич имеет довольно высокую плотность (1600 – 1800 кг/м³) и высокую теплопроводность, поэтому приходится возводить наружные стены большей толщины, чем это требуется по расчету на прочность. В подобных случаях более эффективно применение не столь прочного, но менее теплопроводного пустотелого, пористо-пустотелого и легкого кирпича.

Пустотелый кирпич имеет круглые отверстия, прямоугольные или щелевые пустоты. Пористо-пустотелый кирпич получают аналогично пустотелому, но в глину вводят выгорающие добавки. Кирпич строительный легкий изготавливают как из глины с выгорающими добавками, так и из диатомитов или трепелов с выгорающими добавками и без них.

Пустотелый кирпич применяется для наружных и внутренних стен зданий, а также в цоколях зданий выше гидроизоляционного слоя. Его нельзя применять для фундаментов и цоколей зданий ниже гидроизоляционного

слоя и для стен помещений с повышенной влажностью. Легкий кирпич используется для наружных и внутренних стен зданий с нормальной влажностью помещений. Виды кирпичей представлены на рисунке 9.



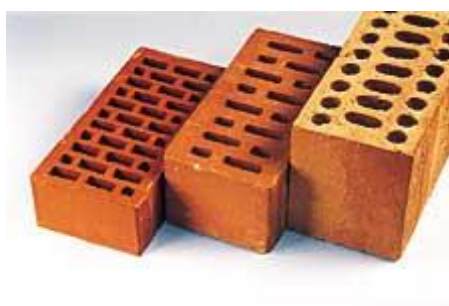
Слева – рядовой кирпич, справа – лицевой



Фактурный кирпич



Фасонный кирпич



Одинарный, полуторный и двойной кирпичи



Пустотелый кирпич

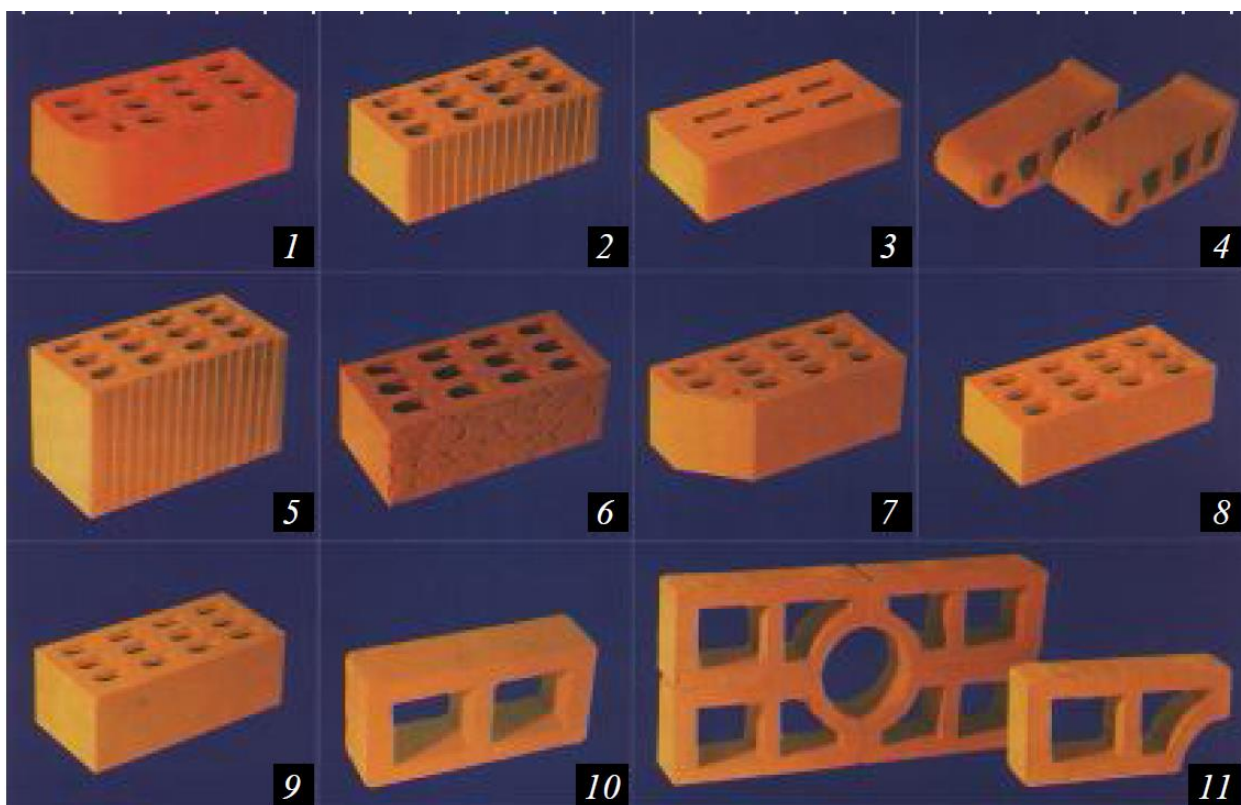


Поризованный кирпич

Рисунок 9 – Виды кирпичей

Качество кирпича определяет ГОСТ 530–2007. Кирпич должен быть морозостойким, т.е. выдерживать частые изменения температуры без видимых признаков разрушения, сцепляться надежно со строительным раствором. Поэтому его пористость должна быть не менее 6–8%, но не более 20 %. Кирпич имеет марки по прочности: 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, что соответствует пределу прочности при сжатии, выраженному в кгс/см². Марки по морозостойкости (выражены в циклах попеременного замораживания и оттаивания): 15, 25, 35, 50. Масса кирпича обыкновенного не должна превышать 4,3 кг, а его теплопроводность составляет 0,6 – 0,8 Вт/(м·К) [4].

Кирпич пустотелый, пористо-пустотелый и легкий имеет те же размеры, что и обыкновенный кирпич, но легче последнего по массе, что дает возможность снизить массу стены и повысить ее теплофизические свойства. Пустотелый кирпич изготавливают со сквозными и несквозными круглыми, щелевидными, реже овальными или квадратными пустотами (рисунок 10).



1, 6 – для отделки дверных и оконных проемов; 2, 8, 9 – для кладки наружных и внутренних стен и облицовочных работ; 3 – для кладки наружных и внутренних стен, печей, каминов, фундаментов; 4 – для декорирования оконных проемов; 5, 7 – камень для облицовочных работ; 10, 11 – для строительства декоративных беседок, заборов, ограждений

Рисунок 10 – Виды пустотелого кирпича

Пустотелые керамические камни имеют следующие размеры (мм):

– камень обычный – 250×120×138;

– камень модульных размеров – 288×138×138;

– камень модульных размеров укрупненный – 288×288×88.

Керамические камни имеют больший размер, чем кирпич, поэтому их выпускают только пустотелыми. Их плотность колеблется в пределах 1300–1450 кг/м³, марки по прочности 75, 100, 125 и 150. Керамические камни используют для кладки несущих стен одноэтажных и многоэтажных зданий и для внутренних несущих стен и перегородок. Применение этого материала позволяет снизить толщину и массу стеновых конструкций и уменьшить количество швов по сравнению с обычной кирпичной кладкой.

Пустотелый кирпич с плотностью не более 1400 кг/м³ и камни с плотностью не более 1450 г/м³ относятся к *эффективным*. Они имеют преимущества перед полнотелым кирпичом, так как обладают пониженной массой и лучшими теплозащитными свойствами, что позволяет уменьшить толщину возводимых стен, сократить расход кирпича на кладку, уменьшить массу строительной конструкции и ее нагрузку на фундамент. Об этом говорят технико-экономические показатели производства и применения эффективных пустотелых керамических изделий по сравнению с показателями для полнотелого кирпича:

– снижение расхода сырья – 25–30 %;

– снижение расхода топлива – не менее 10 %;

– сокращение расхода стеновых материалов – до 30 %;

– сокращение трудовых затрат – до 15 %;

– уменьшение себестоимости – 10–20 %.

Кроме того, такие изделия не деформируются, а их применение в строительстве, благодаря пониженной теплопроводности, позволяет снизить толщину наружных стен зданий на 25–30 %. Приведенные затраты на 1 м² стены, выложенной из эффективного кирпича, снижаются по сравнению с кладкой из полнотелого кирпича на 30 %.

Материалы для наружной (фасадной) облицовки зданий и сооружений включают в себя лицевой кирпич и камни, крупноразмерные облицовочные плиты и фасадную плитку, ковровую мозаику, различные архитектурные детали (терракоту).

Крупноформатные пустотелые блоки – новое поколение керамических стеновых материалов. Сохранив в себе преимущества керамического кирпича: экологичность, долговечность, комфортный микроклимат в доме – они за счет своих крупных размеров и высокой пустотности обеспечивают значительную экономию времени и средств на строительные работы, обладают отличными теплоизоляционными свойствами. Они имеют размеры от 250×120×138 до 510×240×215 мм и массу от 3,8 до 21 кг, марочную прочность М100 и М150, морозостойкость – 50 циклов. Примеры пустотелых блоков приведены на рисунках 11, 12.



Рисунок 11 – Крупноформатные многопустотные керамические блоки

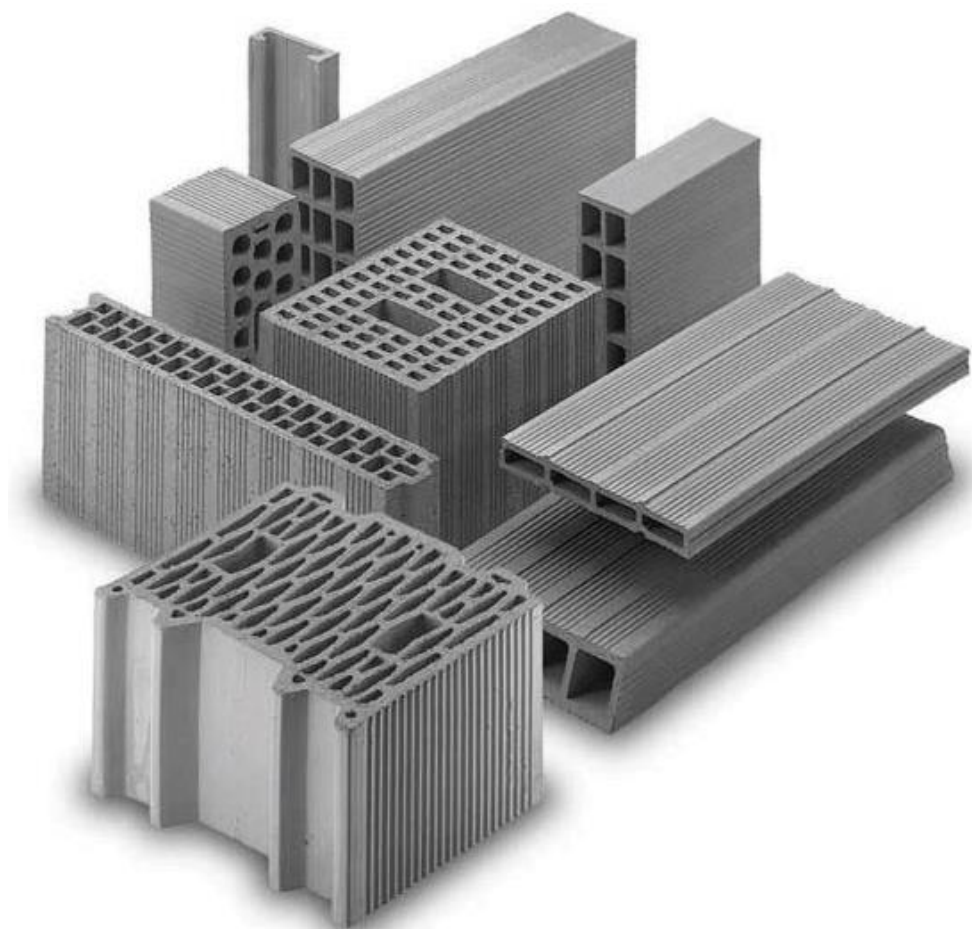
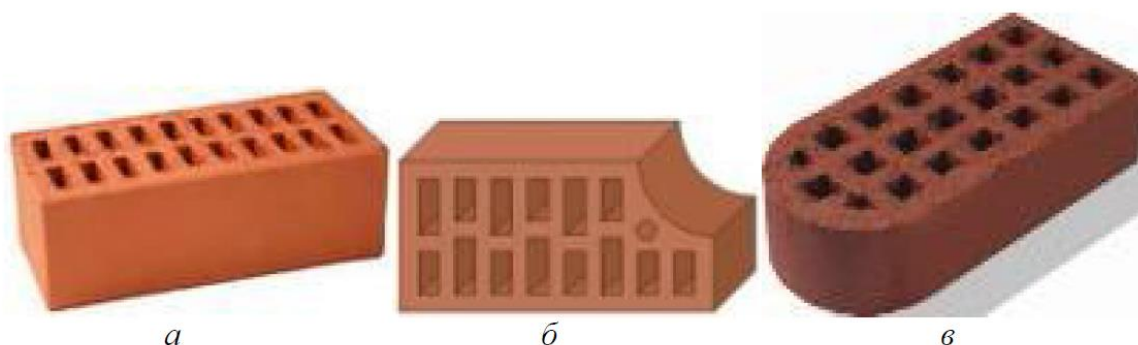


Рисунок 12 – Современные керамические материалы

2.2 Материалы для наружной облицовки

Лицевой кирпич отличается от обычного тем, что у него ложок и тычок (или два тычка) имеют улучшенное качество поверхности: гладкая без дефектов поверхность, ровная окраска, возможная рельефная обработка поверхности или ее офактуривание (двухслойное формование, глазурирование, ангобирование), а также окрашивание пигментами. Лицевые поверхности не должны иметь выцветов, высолов, крупных включений и других дефектов [6].

Лицевой кирпич и камни изготавливают как из красножгущихся, так и беложгущихся глин. Марки лицевого кирпича такие же, как и у обычного; морозостойкость – не менее 25 циклов. Выпускают лицевой кирпич и камни различных цветовых тонов, подбирая такой состав сырья и режим обжига, который обеспечивает высокоэстетическую устойчивую окраску. Лицевой кирпич, являясь облицовочным материалом, одновременно играет роль несущего стенового материала. Его изготавливают пустотелым или сплошным. Исходя из назначения и формы, различают следующие виды лицевого кирпича: рядовой (для кладки стен), рядовой профильный (для кладки карнизов, поясков, капителей, колонн и т.п.) и фасонный (для оформления углов, дверных и оконных проемов) (рисунок 13).



a – рядовой; *б* – рядовой профильный; *в* – фасонный с закруглением

Рисунок 13 – Виды лицевого кирпича

Высокие декоративные и конструктивные свойства лицевого кирпича позволили применять его в кладке одновременно с обычным кирпичом и нести с ним одинаковую нагрузку. Его использование дает возможность значительно снизить стоимость и трудоемкость отделки фасадов, ибо при этом отпадает необходимость специального крепления облицовки, которое связано с известными трудностями и не всегда надежно.

При применении лицевых материалов стоимость стен несколько увеличивается. Это повышение стоимости примерно равно стоимости оштукатуривания фасадов. Однако, если учесть последующие эксплуатационные расходы на ремонт оштукатуривания стен и их периодическую окраску, то приведенная стоимость стен из лицевых

материалов окажется на 15 %, а трудозатраты на 25 % ниже, чем оштукатуренных стен.

Плиты и плитки фасадные. Плитки фасадные применяют для облицовки наружных стен и поверхностей стеновых панелей, для отделки лоджий, эркеров, вставок, поясов, обрамления окон и дверных проемов. Эти изделия должны обладать высокой морозостойкостью, водонепроницаемостью, атмосферостойкостью, прочностью и надежностью крепления.

Фасадные плитки обычно изготавливают из беложгущихся глин с добавками и без них, иногда глазуруют. Они подразделяются на плоские, предназначенные для облицовки плоских поверхностей стен, и угловые – для облицовки наружных углов, откосов, проемов, пилястр. В зависимости от формы плитки бывают квадратные, прямоугольные и фигурные.

Крупноформатные керамические плиты выпускают размером от 500×500 до 1000×1000 мм и толщиной 6–10 мм. Эти плиты крепят на фасаде с помощью металлических раскладок. Один из вариантов таких плит называют *керамогранитом*.

Плиты и плитки для наружной облицовки изготавливают с гладкой и рифленой поверхностью, одноцветными и многоцветными, неглазурованными и глазурованными. Для улучшения сцепления они имеют рифленую тыльную поверхность или пазы с сечением «ласточкин хвост». Глазурь на таких плитках позволяет придавать им необходимую окраску. Они обладают высокими декоративными и эстетическими свойствами и предназначены для облицовки фасадов зданий одновременно с кладкой стен из мелкоштучных изделий. Отделка фасадов керамическими плитками не только очень выразительна с архитектурной точки зрения, но и долговечна. Вместе с тем они сложны в изготовлении, дороги, громоздки и требуют много высококачественного сырья, вследствие чего выпускаются в ограниченном количестве [2, 5].

Керамический гранит – этот материал появился совсем недавно, но стал очень популярным. По внешнему виду (зернисто-кристаллической структуре и цветовой гамме) он напоминает природный гранит. Физико-механические свойства керамогранита близки, а порой и превосходят свойства гранита природного. Керамогранит отличается очень низкой пористостью, его водопоглощение не превышает 0,5 %, что предопределяет высокую морозостойкость материала.

Плиты из керамогранита выпускают больших размеров – от 20×20 до 60×60 и 60×120 см при толщине от 7 до 30 мм. Более прочными и популярными считаются плиты толщиной 10–14 мм. Они особенно хороши для пола в производственных помещениях. Керамогранит имеет богатую гамму расцветок. Поверхность плит, в зависимости от вида механической обработки, может быть полированной, шлифованной или шероховатой. Области применения плит и плиток из керамогранита самые разнообразные:

от облицовки фасадов зданий и устройства покрытий полов в магазинах, банках до отделки стен и полов в жилых помещениях.

Главная особенность керамогранита – его высокая прочность и низкая пористость. Художественный эффект, которого можно добиться с помощью этого материала, и его отличные технические характеристики вывели керамогранит в лидеры современного рынка вентилируемых фасадов. К тому же он не требует практически никакого ухода.

Плиты из керамогранита в точности имитируют различные виды натурального камня: мрамор, гранит и другие породы. Керамогранит полностью сохраняет структуру и рисунок натурального камня, но не имеет дефектов, снижающих прочность природных каменных материалов [2].

Возможность изготовления крупноформатных плит из керамогранита – его главное отличие от обычной керамики. Крупный формат позволяет формировать эксклюзивные фасады, придает зданиям строгие, элегантные очертания, обеспечивает максимальную функциональность (рисунок 14).



Рисунок 14 – Отделка фасада керамогранитом

Керамогранит за довольно короткий срок не только вышел на лидирующие позиции среди материалов родственного назначения, но и продолжает теснить их с мирового рынка строительных и отделочных материалов. Это обусловлено уникальной морозоустойчивостью и, как следствие, неограниченными возможностями его использования по сравнению с обычной керамической плиткой и натуральным камнем. Он

способен выдержать мороз до -50°C , что позволяет использовать его для облицовки фасадов в условиях Крайнего Севера [2, 6].

Любой натуральный камень для облицовки фасада – обязательно пористый и испещрен всевозможными прожилками. Со временем такая облицовка в любом случае станет рыхлой, камень будет крошиться и откалываться. Таких проблем удастся избежать при облицовке здания гладким полированным керамогранитом. Помимо этого, данный материал обладает еще одним замечательным качеством – стойкостью к действию кислот и прочих «едких» веществ. В числе бесспорных достоинств керамогранита – его твердость (7 – 8 по Моосу) и высокая износостойкость. Таким образом, срок службы керамогранита – не менее ста лет, но даже спустя столько времени следов износа на таком фасаде видно не будет, так как керамогранит имеет однородный рисунок на всю глубину.

Керамический гранит – экологически чистый материал, поскольку, кроме всех перечисленных свойств, он также не выделяет вредных веществ в окружающую среду даже при довольно сильном нагревании, а его химическая инертность и низкое водопоглощение (0,1 – 0,2 мас. %) являются залогом бактериостатичности. Благодаря тому, что компоненты для производства керамогранита тщательно отбираются по показателю радиоактивности, конечный продукт гарантированно избавлен от повышенного фона, чего нельзя однозначно сказать о многих сортах природного гранита и других вулканических породах (базальт, лабрадорит, габбро).

Керамогранитом можно облицовывать не только внутренние и наружные стены, навесные вентилируемые фасады, где он просто незаменим, но и укладывать на балконах или на открытых террасах. Его физико-механические свойства высоки. Основные достоинства:

- высокая прочность при сжатии;
- устойчивость к истиранию;
- низкая пористость (практически не поглощает влагу);
- стойкость к резким перепадам температуры;
- высокая морозостойкость;
- устойчивость к химическим реагентам и загрязнениям;
- стойкость к процессу старения под влиянием времени и ультрафиолета;
- однородность поверхностно го и объемного состава;
- широкая гамма цветов и оттенков;
- высокие потребительские и эксплуатационные характеристики.

Среди недостатков следует отметить высокую хрупкость – у него некая схожесть по структуре со стеклом, а также низкую прочность на изгиб.

Коврово-мозаичные плитки (ковровая керамика) представляют собой мелкогабаритные тонкостенные плитки (глазурованные и неглазурованные), наклеенные в виде ковров на бумажную основу. Лицевая поверхность плиток покрывается прозрачной или глухой, блестящей или

матовой, белой или цветной глазурью (рисунок 15). Применяют покрытия с цветными глазурями под названием «березка», «мимоза», «малахит» и тому подобное, которые имитируют природные материалы.



Рисунок 15 – Мозаичный ковер из мелкоформатных плиток (слева) и стена, облицованная ковровой керамикой (справа)

Мелкоформатные керамические плитки нашли применение в облицовке внутренних и наружных поверхностей стен жилых, общественных и промышленных зданий, ограждений балконов и лоджий, а также для монументно-декоративных работ. Использование их для облицовки цоколей и карнизов зданий не допускается ввиду повышенного водопоглощения.

Коврово-мозаичные плитки поставляются в виде ковров, состоящих из оберточной или мешочной бумаги, на которую лицевой поверхностью наклеены плитки специальным костным клеем. Изготавливают ковры с прямолинейными горизонтальными и вертикальными швами, с мозаичным узором или с произвольным неориентированным набором. Плитки укладываются в гнезда специальных матриц, которые заливаются цементно-песчаным раствором. Далее осуществляют пропарку, после которой бумага удаляется.

Архитектурная терракота – это однотонные неглазурованные керамические изделия, изготовленные из светложущихся глин. Представляют собой крупноформатные облицовочные изделия в виде плит, частей колонн, наличников и других архитектурных деталей. Это очень долговечный декоративно-облицовочный материал, незначительно уступающий природному камню по свойствам, но значительно менее трудоемкий в производстве. Терракотовые изделия имеют водопоглощение 8 – 10 %, морозостойкость – более 25 циклов, при длительной эксплуатации не меняют своего цвета [2].

К терракотовым изделиям относятся изделия для устройства поясов, карнизов, кронштейнов, капителей, пилястр, колонн, барельефов, художественных вставок, панно и т.п. Применение архитектурно-

художественной керамики дает возможность архитектору придать облицовываемой поверхности требуемую выразительность (рисунок 16). Античная архитектурная терракота иногда расписывалась ангобами. В настоящее время терракотовые изделия получают окрашенными, вводя в шихту минеральные красители или окрашивая только верхний слой изделия в период формовки.



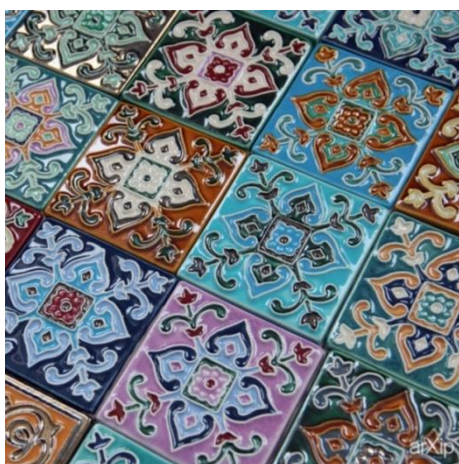
Рисунок 16 – Архитектурная терракотовая отделка

Устойчивость терракоты к атмосферным воздействиям и способность сохранять свой первоначальный вид определили ее ценность как строительного материала. Широкое применение терракоты объясняется еще и тем, что из глины гораздо легче изготавливать скульптурные изображения или повторяющиеся детали оформления здания, чем из природного камня.

2.3 Материалы для внутренней облицовки

При внутренней облицовке зданий каждая деталь выглядит отчетливее, чем при фасадной, поэтому к внешнему виду изделий для внутренней облицовки предъявляются более строгие требования, а именно: достижение значительной точности размеров и правильности формы. Равномерность окраски при внутренней облицовке зданий играет намного большую роль, чем при наружной. Учитывая, что внутренняя облицовка зданий обычно не находится в сфере действия отрицательных температур, требования по морозостойкости к ней не предъявляются. Однако она должна отличаться водонепроницаемостью, огнестойкостью, достаточной прочностью, а в некоторых случаях – особо высокой сопротивляемостью ударным и истирающим воздействиям (плитки для полов). К изделиям для облицовки интерьеров относятся плитки для внутренней облицовки, встроенные детали, плитки для полов (крупные и мозаичные), архитектурная майолика.

Плитки для внутренней облицовки. Они имеют разнообразную форму и различные размеры, глазурованную и неглазурованную поверхность. Они подразделяются на *майоликовые* и *фаянсовые*. Фаянсовые изготавливаются из сырьевой смеси каолина, полевого шпата и кварцевого песка, а майоликовые – из красножгущихся глин с последующим глазурованием. Так же, как и фасадные, по форме они бывают квадратные, прямоугольные и фигурные (рисунок 17).



Плитка с орнаментом



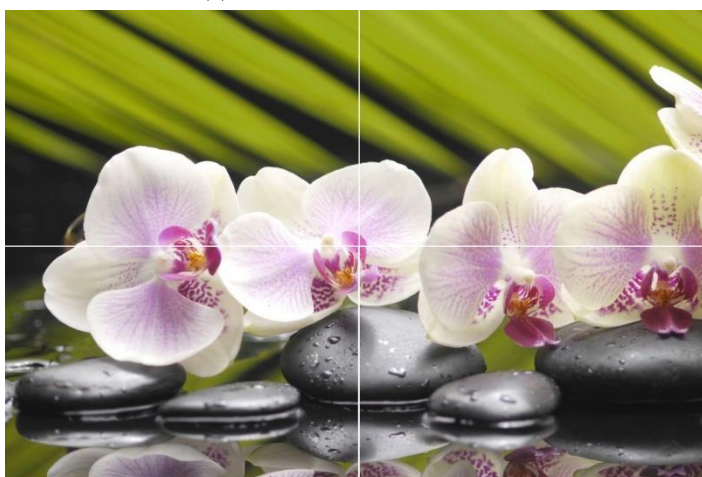
Композиция из двух плиток



Керамические плитки «под камень»



Мозаичные плитки



Панно из керамических плиток

Рисунок 17 – Виды плиток для внутренней отделки

Плитки для внутренней облицовки выпускают разнообразных типоразмеров. Их часто называют «кафельными». Они имеют пористую структуру и с лицевой стороны покрываются глазурью. Пористый черепок снижает массу плитки и улучшает сцепление с клеящим материалом, а глазурь придает декоративность и гигиеничность. Наносимые глазури могут быть цветными и бесцветными, прозрачными и глухими, гладкими и рельефными, одноцветными и многоцветными.

Традиционным размером плиток на территории стран СНГ был 15×15 см. Сейчас популярны более крупные прямоугольные плитки, например, размером 20×30 см. Несмотря на различные фasonsы и размеры толщина плиток не должна превышать 6 мм, для плитусных плиток максимально допустимая толщина составляет 10 мм. Современные плитки имеют высокую точность размеров и формы. В настоящее время на рынке имеется не только большой выбор импортной и отечественной плитки различных размеров, цветов и рисунков, но и дополнительных элементов к ним (бордюры, уголковые плитки и т.д.). Все это позволяет обеспечить высокое качество отделки.

Наряду с декоративными качествами, плитки должны быть термостойкими, их водопоглощение не должно превышать 16 мас. %. Они находят применение в помещениях, требующих повышенной чистоты в жилых, общественных и промышленных зданиях, в санитарно-технических узлах, а также в помещениях с повышенной влажностью.

В отличие от фасадных, к плиткам для внутренней облицовки не предъявляют требований по морозостойкости. Вместе с тем они имеют высокую водонепроницаемость, гигиеничность, долговечность и эстетичность. Именно они и призваны создавать разнообразную облицовку стен санузлов жилых зданий и гостиниц, бытовых помещений предприятий, многочисленных помещений больниц и поликлиник, столовых и кухонь, бань и прачечных, плавательных бассейнов и станций метрополитена. Плитки для внутренней облицовки разнообразны по форме, цвету, фактуре и рисунку на лицевой поверхности. Без них невозможно квалифицированное создание современных интерьеров. Их нельзя использовать для наружной облицовки, так как пористый материал зимой быстро разрушается.

Плитки для полов принадлежат к группе каменно-керамических изделий, отличительной особенностью которых является малая пористость, высокая плотность, большая сопротивляемость истирающим усилиям, огнестойкость, устойчивость против атмосферных воздействий. Благодаря этому плитки для полов широко применяют для настилки полов в различных промышленных, жилищно-бытовых и общественно-культурных зданиях. Главным образом эти плитки используются в помещениях, где предъявляются исключительно высокие требования к чистоте (предприятия пищевой промышленности, больницы, школы, бытовые помещения, санузлы зданий); где полы подвергаются воздействию жиров, кислот, щелочей и других химических веществ (предприятия химической промышленности,

лаборатории); где полы вследствие большого движения людей подвергаются сильному истиранию (железнодорожные вокзалы, станции метро); где полы являются декоративным элементом в архитектурном оформлении помещений (вестибюли общественных зданий, клубы, театры, магазины).

Для их изготовления используют качественные огнеупорные и тугоплавкие пластичные глины с добавками или без них. Формуют плитки прессованием из полусухих масс под давлением 25 – 30 М Па. Производство плиток для полов возникло во второй половине XIX в. в немецком городе Метлах, отсюда и их устаревшее название «метлахские». Исходя из формы и размеров, различают плитки треугольные, квадратные, прямоугольные, шести- и восьмигранные, их половинки и т.д. Лицевая поверхность плиток бывает гладкой, шероховатой, тисненой, рельефно-глазурованной, глазурованной, орнаментированной (рисунок 18), в то время как их тыльная поверхность снабжается бороздками глубиной 1 – 2 мм для лучшего соединения с вяжущим раствором. Обычно плитки для полов изготавливаются белого, желтого и красного цветов; другие цвета плиток получают по специальному заказу [2, 7].



Рисунок 18 – Напольная плитка

Наименьший размер плиток по длине и ширине составляет 48 мм, наибольший – 300 мм. Плитки, имеющие размер по длине и ширине до 50 мм, относятся к ковровой мозаике и выпускаются в виде ковров. Толщина плиток колеблется в пределах 10– 15 мм, мозаичных – 4–6 мм. Мозаичные плитки отличаются друг от друга цветом или узором (рисунок 19).



Рисунок 19 – Рисунки мозаичных полов

Плитки для полов должны иметь правильную геометрическую форму, а лицевая поверхность быть свободной от пятен, пузырей и царапин, обладать высокой износостойкостью. Водопоглощение – не более 4 %. Такие плитки хорошо моются (мало впитывают влаги), но вследствие сравнительно большой теплопроводности не применяются в жилых помещениях (полы холодные). Тротуары также нельзя выкладывать такими плитками, так как зимой они очень скользкие. Вместе с тем в связи с появлением подогреваемых полов круг помещений, где целесообразно применение таких плиток, будет расширяться. Архитектурная майолика применяется для облицовки фасадов и внутренних стен станций метрополитена, выставочных залов, для обрамления окон, дверей, балконов и др. Используют ее и для изготовления предметов декоративно-художественного назначения (вазы, настенные блюда, скульптура). Из-за высокой пористости (до 15 %), недостаточной прочности на изгиб (30–50 МПа), невысокой термостойкости и склонности к растрескиванию майоликовые изделия имеют ограниченное применение. Наиболее широкое распространение получила фаянсовая майолика.

2.4 Санитарно-технические изделия

Проблема водоснабжения и канализации жилищ возникла еще в Древнем Египте и Месопотамии. Наиболее сложные санитарно-технические устройства прошлого были созданы в Древнем Египте и Древнем Риме. По своим масштабам они нисколько не уступали современным сооружениям. Дальнейшее развитие санитарной техники приходится на Англию и Францию XVIII в. Тогда были изобретены ватерклозеты, началась разработка и изготовление санитарного фаянса – ванн, раковин, умывальников, унитазов. Их изготавливали из бело-жгущейся пластичной глины, каолина, кварца и полевого шпата и обжигали при очень высокой температуре.

Кроме Англии и Франции, чуть позже подключилась к производству этих изделий Германия. Изделия заливали в гипсовые формы на гончарном круге. Далее их покрывали легкоплавкими глазуриями, содержащими свинец. Когда санитарные изделия стали массовыми, составы фаянса упростились, а глазурь стали применять с большим содержанием глинозема и добавками окиси олова. В настоящее время керамические санитарно-технические изделия изготавливаются из фарфора, полуфарфора и фаянса способом шликерного литья. К ним относятся: умывальные столы, унитазы, ванны, бидэ, писсуары, бачки смывные, фонтанчики питьевые и т.п. (рисунок 20).



Рисунок 20 – Санитарно-технические изделия

Данные изделия относятся к типу тонко керамических, отличаются пластичной и скульптурной формой и предназначены для создания бытового комфорта. Все санитарные керамические изделия глазуруют для придания им необходимых свойств и улучшения внешнего вида. Керамические санитарно-технические изделия отличаются декоративностью, универсальной химической стойкостью; благодаря твердой и гладкой поверхности легко чистятся, длительное время сохраняя свои свойства. Недостаток таких

изделий, как и керамики в целом, – высокая хрупкость. Несмотря на это керамика остается лучшим материалом для санитарно-технических изделий [2, 8].

2.5 Кровельная черепица

Керамическая черепица – один из старейших, долговечных и огнестойких кровельных материалов. В античную эпоху черепицей покрывали храмы и жилища. Позднее ее стали применять в странах с более суровым климатом. Дешевые кровли из соломы, теса и гонта (деревянной дощечки) были недолговечны и часто служили причиной пожара.

Появление черепицы объясняется требованиями огнестойкости. Но в романской и готической архитектуре зодчие отдавали предпочтение черепице не только из-за данной особенности, оценивая высокую надежность и эстетичность этого материала. На протяжении многих веков черепица украшала крыши зданий и в Древнем Китае, воспроизводя своими очертаниями и цветом силуэты окрестных холмов.

Применялась черепица и в Древней Руси при покрытии храмов, монастырей и других зданий. В ходу была плоская и лотковая черепица. Она давно уже не применяется ввиду малой герметичности покрытия и большой массы. Следует отметить, что в бывшем СССР (за исключением Прибалтики) черепица применялась редко из-за сложности изготовления и появления кровельных покрытий из шифера и других более доступных материалов. Вместе с тем опыт Западной Европы показывает, что черепица не только надежно защищает сооружение от атмосферных осадков и солнечной радиации, но и позволяет создавать необходимую архитектурную форму.

Черепицу изготавливают из лучших сортов пластичных кирпичных глин, отощенных молотым черепичным боем или кварцевым песком. Она должна быть хорошо обожжена, иметь в изломе мелкозернистое строение, выдерживать сосредоточенную нагрузку не менее 7 МПа, издавать при ударе чистый звук, обладать морозостойкостью не менее 25 циклов. Высокие эксплуатационно-технические качества черепицы характеризуют также ее высокая огнестойкость, химическая стойкость, водонепроницаемость. Вместе с тем она придает зданиям высокую архитектурно-художественную форму, эстетична, долговечна и надежна (рисунок 21). Однако производство кровельной черепицы трудоемко, возникает необходимость большого уклона крыш (не менее 30°), кровля из нее отличается значительной массой, что требует особой прочности конструкции строения и высокой трудоемкости кровельных работ [2, 9].



Рисунок 21 – Разноцветная керамическая черепица

Кровельная черепица доказала свое право занимать лидирующие позиции на рынке кровельных материалов многовековой практикой. Натуральная черепица является одним из древнейших кровельных материалов, используемых строителями на протяжении многих веков. И сегодня около 87 % крыш в центральной и западной Европе покрыты натуральной черепицей.

2.6 Клинкерный кирпич

Это кирпич, обожженный до полного спекания. Его выпускают размером 220×110×65–75 мм с гладкой и фактурной поверхностью и применяют для покрытий дорог и тротуаров, кладки цоколей, столбов и стен особо ответственных сооружений, а также для облицовки зданий и гидротехнических сооружений. К нему предъявляются особо повышенные требования по морозостойкости и истиранию.

Клинкерный кирпич – экологически чистый материал, полученный в результате высокотемпературного обжига пластичных глин отборного качества. При температуре до 1200°C процесс идет до полного спекания без остекловывания поверхности. В результате получается кирпич без включений и пустот. Такая технология гарантирует ему высокую прочность и долговечность. Еще одно преимущество клинкерного кирпича – его высокая атмосферостойкость и устойчивость к механическим повреждениям. Таким образом, фасады из такого кирпича практически не подвергаются загрязнению даже в условиях воздействия среды с высоким содержанием вредных примесей.

Клинкер (англ. *clinker* – застывшая лава) с легкостью выдерживает даже самые неблагоприятные погодные условия, сохраняя свой цвет и не требуя дополнительных средств на его поддержание в отличном состоянии в течение десятилетий. Разнообразие цветов, фактур и размеров кирпича позволяет воплощать любые архитектурные задумки (рисунок 22).



Рисунок 22 – Фасад здания (слева) и тротуарная дорожка (справа), выложенные из клинкерного кирпича

Изделия из клинкера используются там, где требуется длительное сохранение высоких эксплуатационных свойств и эстетичного вида в условиях достаточно жестких внешних воздействий, преимущественно для высококачественной облицовки (отделки) различных архитектурных форм [10].

2.7 Керамические трубы

Они имеют две разновидности: канализационные и дренажные. *Канализационные* представляют собой плотные, спекшиеся, водонепроницаемые керамические изделия цилиндрической формы с раструбом на одном конце. Их покрывают снаружи и изнутри химически стойкой глазурью. Наличие тонкого слоя глазури на поверхности труб обеспечивает их высокую водонепроницаемость, стойкость к действию кислот и щелочей (рисунок 23).



Рисунок 23 – Трубы керамические

Канализационные трубы предназначены для устройства производственных и хозяйственно-фекальных канализационных сетей, для транспортирования сточных вод и жидких отходов химических производств. Иногда их применяют для сооружения водосточных сетей в агрессивных грунтовых водах.

Дренажные трубы – изделия, предназначенные для сбора и отвода грунтовых вод с целью понижения их уровня, осушения почвы и массива под сооружение. Их изготавливают как неглазурованными без раструбов, так и глазурованными с раструбами различных диаметров [2].

2.8 Керамические изделия специального назначения

К ним относятся теплоизоляционные, кислотоупорные и огнеупорные изделия.

К **теплоизоляционной керамике** относятся эффективные пористые и пустотелые кирпичи и камни, керамзит и аглопорит. Об эффективности и назначении пористых и пустотелых кирпичей и камней было сказано в соответствующем разделе, поэтому здесь речь пойдет о керамзите и аглопорите.

Керамзитовый гравий – искусственный пористый материал ячеистого строения с преимущественным содержанием закрытых пор, получаемый путем вспучивания легкоплавких глинистых пород при ускоренном обжиге.

Гранулы керамзитового гравия имеют форму, приближенную к сферической. Характерной особенностью керамзита является его относительно высокая прочность при малой плотности. Это позволяет получать на его основе легкий бетон и изделия из него с высоким коэффициентом конструктивного качества (0,25 против 0,18 для обычного бетона той же прочности).

Керамзитовый гравий, в зависимости от насыпной плотности, разделяют на 12 марок (кг/м³): 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800. Чем ниже насыпная плотность, тем выше марка. В зависимости от свойств керамзит применяют для изготовления керамзитобетона и конструктивного железобетона, для теплоизоляционных засыпок и других целей.

Аглопорит – искусственный легкий пористый материал, получаемый из глинистого легкоплавкого сырья его термической обработкой на агломерационных машинах с последующим дроблением. В зависимости от размера зерен аглопорит (керамический щебень) подразделяют на фракции (мм): мелкий – 5–10, средний – 10–20 и крупный – 20–40.

Аглопорит используется в основном как заполнитель для легких бетонов при изготовлении из них стеновых изделий – однослойных панелей, крупных и мелких блоков, панелей перекрытий, для устройства теплоизоляционных засыпок и прочих видов строительных работ.

К **кислотоупорным** керамическим изделиям относятся плотные спекшиеся изделия, газо- и водонепроницаемые, с высокой механической прочностью и химической стойкостью при длительном воздействии кислот, щелочей и газов. Эти изделия представляют собой кислотоупорные кирпичи и плитки, применяемые для футеровки реакционных аппаратов, котлов, смесителей, хранилищ, сосудов различного назначения. Для повышения коррозионной стойкости некоторые изделия покрываются кислотоупорной глазурью.

Керамические кислотоупорные изделия широко используются в химической, текстильной, целлюлозно-бумажной, гидролизной, фармацевтической, электрохимической и других отраслях промышленности.

Огнеупорами называются материалы, способные в процессе эксплуатации в промышленных тепловых установках длительно выдерживать различные механические и химические воздействия при температурах выше 1000°C. Они применяются в металлургической, керамической и цементной промышленности для кладки и футеровки обжиговых печей. Их огнеупорность должна быть от 1580 до 1770°C. Материалы с огнеупорностью 1770 – 2000°C называются высокоогнеупорными [2].

3 Сырье для производства керамических материалов

Основным сырьевым материалом для производства строительных керамических изделий является глинистое сырье, применяемое в чистом виде, а чаще в смеси с добавками - отощающими, породообразующими, плавнями, пластификаторами и др.

Глинистое сырье (глины и каолины) – продукт выветривания изверженных полевошпатных горных пород, содержащий примеси других горных пород. Глинистые минеральные частицы диаметром 0,005 мм и менее обеспечивают способность при затворении водой образовывать пластичное тесто, сохраняющее при высыхании приданную форму, а после обжига приобретающее водостойкость и прочность камня.

Помимо глинистых частиц в составе сырья имеется определенное содержание пылевидных частиц с размерами зерен 0,005 – 0,16 мм и песчаных частиц с размерами зерен 0,16 – 2 мм.

Глинистые частицы имеют пластинчатую форму, между которыми при смачивании образуются тонкие слои воды, вызывая набухание частиц и способность их к скольжению относительно друг друга без потери связности. Поэтому глина, смешанная с водой, дает легко формуемую пластичную массу. При сушке глиняное тесто теряет воду и уменьшается по объему. Этот процесс называется *воздушной усадкой*. Чем больше в глинистом сырье глинистых частиц, тем выше пластичность и воздушная усадка их. В зависимости от этого глины подразделяются на высокопластичные, среднепластичные, умеренно-пластичные, малопластичные и непластичные. *Высокопластичные* глины имеют в своем составе до 80 – 90% глинистых частиц, число пластичности более 25, водопотребность более 28% и воздушную усадку 10 – 15%. *Средне-и умеренно-пластичные* глины имеют в своем составе 30 – 60% глинистых частиц, число пластичности 15 – 25, водопотребность 20 – 28% и воздушную усадку 7 – 10%. *Малопластичные* глины имеют в своем составе от 5% до 30% глинистых частиц, водопотребность менее 20%, число пластичности 7 – 15 и воздушную усадку 5 – 7%. Непластичные глины не образуют пластичное удобоформуемое тесто.

Глины с содержанием глинистых частиц более 60% называют «жирными», отличаются высокой усадкой, для снижения которой в глины добавляют «отощающие» добавки. Глины с содержанием глинистых частиц менее 10-15% - «тощие» глины, в них при производстве изделий вводят тонкодисперсные добавки, например, бентонитовую глину.

Различное сочетание химического, минералогического и гранулометрического состава компонентов обуславливает различные свойства глинистого сырья и пригодность его для получения керамических изделий тех или иных свойств и назначения.

Гранулометрический состав глин тесно связан с минералогическим составом. Песчаные и пылевидные фракции представлены главным образом

в виде остатков первичных минералов (кварца, полевого шпата, слюды и др.). Глинистые частицы в большинстве своем состоят из вторичных минералов: каолинита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, монтмориллонита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, гидрослюдистых и их смесей в различных сочетаниях.

Глины с преобладающим содержанием каолинита имеют светлую окраску, слабо набухают при взаимодействии с водой, характеризуются тугоплавкостью, малопластичны и малочувствительны к сушке.

Глины, содержащие монтмориллонит, весьма пластичны, сильно набухают, при формовке склонны к свилеобразованию, чувствительны к сушке и обжигу с проявлением искривления изделий и растрескивания. Высокодисперсные глинистые породы с преобладающим содержанием монтмориллонита называют *бентонитами*. Содержание в них частиц размером менее 0,001 мм достигает 85-90%. Образцы с преобладанием в глинистой части гидрослюдистых минералов характеризуются промежуточными показателями пластичности, усадки и чувствительности к сушке.

Химический состав глин выражается содержанием и соотношением различных оксидов. В керамическом сырье содержание важнейших оксидов колеблется в широких пределах: SiO_2 – 40 – 80%; Al_2O_3 – 8 – 50%; Fe_2O_3 – 0 – 5%; CaO – 0,5 – 25%; MgO – 0 – 4%; R_2O – 0,3 – 5%.

С увеличением содержания Al_2O_3 повышается пластичность и огнеупорность глин, а с повышением содержания SiO_2 пластичность глин снижается, увеличивается пористость, снижается прочность обожженных изделий. Присутствие оксидов железа снижает огнеупорность глин, тонкодисперсного известняка придает светлую окраску и понижает огнеупорность глин, а камневидные включения его являются причинами появления дутиков и трещин в керамических изделиях. Оксиды щелочных металлов (Na_2O и K_2O) являются сильными плавнями, способствуют повышению усадки, уплотнению черепка и повышению его прочности. Наличие в глинистом сырье растворимых солей сульфатов и хлоридов натрия, кальция, магния и железа вызывает появление белых выцветов на поверхности изделий.

Для изготовления отдельных видов огнеупорных теплоизоляционных изделий применяют глинистое сырье из трепелов и диатомитов, состоящие в основном из аморфного кремнезема, а для производства легких заполнителей используют перлит, пемзу, вермикулит.

В настоящее время природные глины в чистом виде редко являются кондиционным сырьем для производства керамических изделий. В связи с этим их применяют с введением добавок различного назначения.

Глазури и ангобы. Некоторые виды керамических изделий для повышения санитарно-гигиенических свойств, водонепроницаемости, улучшения внешнего вида покрывают декоративным слоем - глазурью или ангобом.

Глазурь – стекловидное покрытие толщиной 0,1 – 0,2 мм, нанесенное на изделие и закрепленное обжигом. Глазури могут быть прозрачными и глухими (непрозрачными) различного цвета. Для изготовления глазури используют: кварцевый песок, каолин, полевоы шпат, соли щелочных и щелочноземельных металлов. Сырьевые смеси размалывают в порошок и наносят на поверхность изделий в виде порошка или суспензии перед обжигом.

Ангобом называется нанесенный на изделие тонкий слой беложгущейся или цветной глины, образующей цветное покрытие с матовой поверхностью. По свойствам ангоб должен быть близок к основному черепку.

Новые виды керамического сырья. Цеолиты – это каркасные алюмосиликаты, в структуре которых имеются сообщающиеся между собой полости, занятые катионами различных элементов (чаще щелочных и щелочноземельных) и молекулами воды, способными свободно удаляться и поглощаться структурой, благодаря чему происходит ионный обмен и обратимая дегидратация без разрушения структуры. Структура цеолитов обуславливает уникальность их свойств: молекулярно-ситовой эффект, высокую ионообменную, сорбционную и каталитическую способность.

Одним из первых диагностических признаков цеолитов являлось «вскипание» при их быстром нагревании до пиропластического состояния или расплавления, что нашло отражение в названии этих минералов. Термин "цеолит" в переводе с греческого означает кипящий камень («zeo» - вскипаю и «lithos» - камень). Плотность цеолитов составляет 1,9-2,3 г/см³. Свободный объем или открытая пористость дегидратированных цеолитов изменяется в широких пределах от 0,18 до 0,53 см³ в 1 см³ кристалла или 18-53 % по объему, что определяет степень эффективности применения цеолитов в процессах сорбции и ионного обмена [11, 12].

Мелкокристаллическая структура цеолитовых пород, обеспечивающая псевдопластические свойства керамическим массам на их основе, позволяют рассматривать эти породы наряду с традиционными глинами, в качестве керамического сырья. При наличии большого количества глинистых минералов в туфе они могут обладать достаточными формовочными свойствами без добавления пластифицирующих материалов. Цеолитизированные породы, спекающиеся при 1000°С, являются наиболее перспективными для изготовления строительных керамических материалов.

Диопсид - (CaO MgO 2SiO₂) относятся к числу важнейших породообразующих минералов, широко распространенных в природе и принадлежит к группе пироксенов, включая подгруппу пироксенов моноклинной сингонии - клинопироксенов. Они имеются в составе всех генетических групп эндогенных горных пород - магматических, метаморфических и контактово (гидротермально) - метасоматических.

По преобладающему составу различаются магнезиально-железистые, кальциевые, натриево-кальциевые, натриевые и литиевые клинопироксены. Значительную часть клинопироксенов (кальциево-железосмагнезиальные,

безнатриевые) в первом приближении можно считать членами четырехкомпонентной системы $\text{CaMgSi}_2\text{CO}_6$ - $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ диопсид-геденбергит, MgSiO_3 - FeSiO_3 клиноэнстатит-клиноферросилит.

Диопсиды железистой группы представляют собой породу зеленоватого цвета с суммарным содержанием Fe_2CO_3 , TiO_2 и MnO от 4 до 8 %; Al_2O_3 - 1,5-4 %; R_2O -0,3-0,4 %.

Химический состав безжелезистых диопсидов колеблется в следующих пределах, мас. %: SiO_2 – 51 – 77; CaO – 12 – 27; MgO – 7 – 15; Al_2O_3 – 0,2 – 0,25; R_2O – 0,1 – 0,18; п.п.п – 1,2 – 2,1.

К технологическим достоинствам диопсида относятся очень высокие диэлектрические характеристики при хороших физико-механических свойствах, сравнительно невысокая температура плавления и небольшие значения коэффициента термического расширения, отсутствие полиморфных модификаций. Расплавы и стекла на основе диопсида отличаются активной кристаллизационной способностью.

Исследованиями влияния добавок диопсида на спекание и свойства плиточных масс установлено, что введение диопсидного компонента в состав майолики и фаянса существенно улучшает их свойства, при этом температура обжига снижается до температуры, близкой к 1100 °С [11, 13].

Волластонит β - $\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ - имеет цепочное строение с кольцевым радикалом Si_3O_9 , с периодом по оси равным 0,73 Нм. Теоретически в волластоните содержится CaO - 48,25 %, SiO_2 -51,75% [14].

При нагревании β -волластонит переходит в α -волластонит с изменением плотности от 2,87 до 3,09 г/см³. Температура плавления волластонита составляет 1540°С. Коэффициент линейного расширения β -волластонита $6,5 \cdot 10^{-6}$ и α -волластонита $11,8 \cdot 10^{-6}$

Волластонитовая порода требует обогащения, так как содержание волластонита составляет в ней часто не более 25 %.

Основной объем добываемого волластонита используется в керамике. В Японии применяют также в изоляционной промышленности в виде пеноволластонита.

Технологическая ценность волластонита состоит в значительном снижении влажностного расширения черепа после обжига, в массу которого был добавлен волластонит.

Кроме того, наблюдается уменьшение усадки почти вдвое и увеличение прочности керамического черепка.

Введение волластанита в глазури способствует хорошему их разливу, придает им блеск и прочность [11].

4 Добавки к глинам для керамических материалов

Добавки к глинам вводятся для регулирования свойств керамики и снижения расхода дефицитных глин. По влиянию на свойства они делятся на:

- отошающие,
- флюсующие,
- выгорающие,
- пластифицирующие,
- и специального назначения.

4.1 Отошающие добавки

Отошающие добавки – это материалы, снижающие пластичность и усадку глин в сушке и обжиге. К ним относятся: кварц, шамот, золы, шлаки и др.

Кварцевые материалы – наиболее распространенные природные отошающие добавки. К ним относятся жильный кварц, кварцевые пески и кремень. Они состоят из кремнезема и являются отошителями из-за способности не давать усадку при сушке и обжиге. Кварц и его кристаллические разновидности устойчивы к действию кислот (за исключением плавиковой) и менее стойки к щелочам. Степень воздействия щелочей на кварц тем выше, чем мельче его зерна. При нагревании кварц претерпевает модификационные превращения в твердой фазе: при 575°C он перекристаллизуется из β -кварца в α -кварц с увеличением объема, что может привести к растрескиванию изделий. При 870°C он превращается в тридимит, а при 1410°C – в кристобалит. При 1710°C кварц плавится и при резком охлаждении дает кварцевое стекло. Эти особенности кварца в технологии керамики известны и учитываются при разработке режимов обжига: при температурах указанных превращений скорость подъема и охлаждения замедляют. Заменителями жильного кварца могут быть чистые кварцевые пески, а также пески, получаемые при отмучивании каолинов.

Пылевидный кварц (маршаллит) – это природное вещество от серовато-белого до чисто белого цвета, с высокой дисперсностью. Он не является чистым кремнеземом, так как содержит значительное количество щелочных оксидов. Маршаллит применяется в производстве изделий тонкой керамики.

Кремень представляет собой кристаллическую разновидность кремнезема и встречается в природе в виде кусков различной формы. После предварительного обжига лучшие сорта кремня без примесей железа используют в производстве тонкой керамики. Кремневую гальку применяют в качестве мелющих тел в шаровых мельницах для измельчения керамических масс и глазурей.

При оценке кварцевого сырья существенное значение имеет его чистота. Вредны примеси, снижающие качество кварцевых материалов, а в случае

высокого их содержания исключают возможность его применения. Сюда относятся окрашивающие примеси: Fe_2O_3 , TiO_2 , слюда и железистые силикаты.

Шамот изготавливают обжигом огнеупорных или тугоплавких глин при температурах 1000...1400°C. Его применяют как отощитель керамических масс, при производстве облицовочных плиток, фарфора и фаянса, шамотных огнеупоров. Шамот в отличие от других отощителей не понижает огнеупорности масс. Зерновой состав и количество шамота определяются рецептурой массы для разных видов изделий. Лучше применять его тонкозернистым и при совместном помоле с глинистыми минералами для равномерного распределения в массе.

На многих керамических заводах вместо шамота применяют измельченный бой готовых изделий или утильного обжига, а также бой огнеупоров, который предварительно сортируют и очищают от загрязнений. На кирпичных заводах вместо шамота используют молотый обожженный кирпич. Но количество этих отходов невелико, поэтому они не оказывают заметного влияния на свойства масс. Применение боя и отходов кирпича важнее с точки зрения их утилизации, создания безотходных технологий и охраны окружающей среды.

Дегидратированная глина применяется при недостатке отощителей. Она получается нагреванием обычной глины до 600...700°C, когда та теряет пластичность при удалении химически связанной воды. Ее применяют чаще в производстве грубой строительной керамики. Это позволяет снизить сроки сушки без появления трещин на изделиях, расширить базу отощителей.

Известняк является отощающей и разрыхляющей добавкой. При нагревании до 910°C карбонаты разлагаются на CO_2 и CaO , поэтому нельзя применять известняк размером более 0,63 мм, чтобы исключить растрескивание керамики. Его надо применять тонкозернистым и в небольших количествах. При 1000°C CaO вступает в реакцию с другими оксидами массы, особенно с щелочными. С кварцем он образует волластонит ($\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$), упрочняющий керамику. Скорость реакции возрастает с повышением температуры обжига и ростом количества легкоплавких соединений, содержащих CaO . Присутствие извести в глинистых массах понижает температуру спекания, но уменьшает интервал спекания, затрудняя обжиг и создавая опасность деформации изделий. Из карбонатов кальция в состав керамических масс обычно вводят мел, так как он состоит из более тонких частиц, легче размалывается и дешевле мрамора. Однако после обжига мел дает более темную, чем мрамор, окраску керамики. Добавка мела в массы, обжигаемые не до спекания и покрываемые глухими свинцово-оловянными глазурями, полезна, так как при этом повышается пористость изделий, в результате чего лучше закрепляется глазурь на керамике.

Отходы керамзитового и аглопоритового производства - это соответственно уносы из пылеосадительных камер вращающихся керамзитовых печей и возврат аглопоритового производства. Их

целесообразно использовать для повышения прочности изделий при хороших сушильных свойствах сырья, либо в качестве отощителя к чувствительному к сушке сырью в комбинации с более крупнозернистыми добавками [15].

Таблица 2 – Назначение и дозировка добавок для керамических масс

Наименование побочных продуктов	Преобладающее влияние добавки	Количество в шихте, %
1	2	3
<i>Отходы производства строительных материалов</i>		
Брак высушенного кирпича-сырца	Разувлажняющая	3 – 5
Шамот (молотый брак кирпичного производства)	Отощающая, разувлажняющая	3 – 10
Очажные остатки от сжигания твердого топлива в печах	Отощающая, разувлажняющая	3 – 5
Отходы керамзитового и аглопоритового производства	Повышающая прочность, разувлажняющая	5 – 10
Отходы производства минеральной ваты (корольки)	Отощающая, повышающая прочность	до 8
<i>Отходы карьеров</i>		
Отходы (отсевы) при дроблении щебня из гранита, андезито-базальта, гранодиорита, эффузивной породы, глинистых сланцев	Отощающая, понижающая прочность, улучшающая спекание	10 – 30
Отходы при распиловке штучного камня и вулканического туфа	Отощающая	20
<i>Отходы теплоэнергетики</i>		
Золошлаковые смеси ТЭС	Топливосодержащая, отощающая, повышающая прочность и морозостойкость	10 – 50
Топливные шлаки	Повышающая прочность и морозостойкость, отощающая	10 – 30
<i>Отходы от добычи и обогащения угля</i>		
Горелые породы из терриконов	Отощающая	10 – 30
Свежие выходы шахтных пород и отходы углеобогатительных фабрик	- крупностью до 3 мм – Отощающая, топливосодержащая, повышающая прочность и морозостойкость - крупностью до 0,5 мм – Пластифицирующая, повышающая прочность	10 – 25
Угольный шлам	Топливосодержащая, повышающая прочность и морозостойкость	5 – 15
<i>Отходы добычи, обогащения руд и нерудных материалов</i>		
Отходы обогащения железосодержащих, хромосодержащих и марганцевых руд (шликер)	Интенсифицирующая окраску, повышающая прочность	3 – 10

Продолжение таблицы 2

Отходы гравитационного обогащения редких металлов, апатитовых руд	Отощающая, повышающая прочность	10 – 20
Отходы флотационного обогащения баритовых и свинцово-содержащих руд	Отощающая	10
Отходы обогащения бокситов, асбеста	Отощающая, повышающая прочность	10 – 20
Липариты – отходы добычи перлитовых пород	Отощающая, повышающая прочность	30
<i>Отходы металлургических заводов</i>		
Шлаки черной металлургии: доменные, ваграночные и другие	Отощающая, повышающая прочность и морозостойкость	5 – 25
Отвальный шлак медеплавильных заводов	Отощающая, повышающая прочность и морозостойкость	20 – 25
Хлоридные отходы титано-магниевого комбинатов	Пластифицирующая, повышающая прочность	0,25 – 0,3
Колошниковая пыль – отходы при выплавке чугуна	Улучшающая спекание, повышающая прочность, топливосодержащая	6
Красный шлам – отходы глиноземного производства	Пластифицирующая, повышающая прочность, интенсифицирующая окраску	10 – 50
Формовочный песок – отходы литейного производства	Отощающая	10
<i>Отходы химической промышленности</i>		
Гранулированные шлаки производства фосфора и суперфосфатов	Отощающая, повышающая прочность, осветляющая черепок	15 – 40
Пиритные огарки – отходы производства серной кислоты (совместно с углем)	Повышающая прочность, морозостойкость, интенсифицирующая окраску	4 – 10
Отходы производства плавикового шпата	Отощающая, повышающая прочность	30
Баритовые отходы литопонного производства (в виде суспензии)	Снижающая количество высолов	4 – 8
Отходы дрожжевых заводов – промывочные воды после первой сепарации дрожжей	Улучшающая формуемость, сушильные свойства	4
<i>Отходы нефтепереработки</i>		
Отходы нефтеперегонных заводов, образующиеся при контактной очистке масел из нефтепродуктов (отработанная высококачественная глина или бентонит)	Пластифицирующая, снижающая формовочную влажность, повышающая прочность	4 – 8
Гумбрин – отход нефтепереработки	Пластифицирующая, повышающая прочность	4

Продолжение таблицы 2

<i>Отходы переработки древесины</i>		
Лигнин – отход гидролизного производства	Пластифицирующая, топливосодержащая, улучшающая сушильные свойства	4 – 15
Отходы картонно-рубероидного завода	Отощающая, снижающая плотность	4 – 10
Сульфатно-спиртовая барда, сульфатно-дрожжевая бражка, сульфатно-смоляная бражка, отходы целлюлозного производства	Пластифицирующая, улучшающая сушильные свойства	0,05 – 3
<i>Отходы переработки сельскохозяйственных продуктов</i>		
Лузга подсолнуха	Отощающая, топливосодержащая	3 – 16
Отходы крупяного производства (лузга риса, проса)	Отощающая	10 – 20
<i>Прочие отходы</i>		
Отход электродного производства	Топливосодержащая, отощающая	5 – 9
Бой оконного, бутылочного или другого легкоплавкого стекла	Повышающая прочность	5 – 10

4.2 Флюсующиеся добавки

Флюсующие материалы (плавни) – это материалы, взаимодействующие в обжиге с глинистыми минералами с образованием более легкоплавких соединений. Поэтому введение в состав массы плавней улучшает степень спекания и снижает температуру обжига. Плавни делят на две группы: флюсующие, имеющие низкую температуру плавления, – полевые шпаты, пегматиты, сиениты – и материалы с высокой температурой плавления, но дающие при обжиге легкоплавкие соединения с компонентами массы – мел, доломит, тальк.

Полевые шпаты представляют собой плавни, широко применяемые в производстве тонкой керамики. Различают следующие виды полевых шпатов.

Калиевый полевой шпат (ортоклаз) – $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. Цвет его от белого, серого, желтоватого до коричнево- и темно-красного в зависимости от примесей. Плотность – $2,55 \text{ г/см}^3$. Температура начала плавления – 1200°C .

Натриевый полевой шпат (альбит) – $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. Цвет белый, чаще светлых оттенков, но встречается также красного, желтого, серого и других тонов. Плотность – $2,6 \text{ г/см}^3$, температура плавления – $1160...1190^\circ\text{C}$.

Известковый полевой шпат (анортит) – $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Обычно желтоватого цвета. Температура плавления около 1550°C .

Плагиоклазы – это полевые шпаты, содержащие смесь альбита и анортита в разных соотношениях. Обычно белого цвета. Плотность $2,62 – 2,76 \text{ г/см}^3$.

Полевые шпаты редко встречаются в чистом виде, чаще – в смеси этих минералов. Основное требование, предъявляемое к ним – легкоплавкость. При введении в состав массы в обжиге они образуют вязкое стекло, которое в фаянсовых массах частично заполняет поры и способствует спеканию. В фарфоровых массах полевой шпат с другими компонентами образует сплавы, заполняющие поры до монолитного стекловидного состояния. Реакционная способность расплава возрастает с повышением температуры и тонкости помола компонентов. У альбитов она выше, чем у ортоклазов и плагиоклазов. Вредные примеси в полевых шпатах – оксиды железа, которых должно быть не более 0,1 – 1%.

Пегматиты – это полевые шпаты, проросшие кристаллами кварца, содержание которого может колебаться в широких пределах. Ввиду того, что кварц и полевой шпат являются компонентами фарфоровых и фаянсовых масс, пегматиты являются заменителями полевых шпатов и частично кварца. Поведение пегматита в обжиге зависит от свойств полевого шпата, входящего в его состав: температуры плавления и растворяющей способности.

Нефелиновые сиениты представляют собой сростки минерала нефелина (алюмосиликат натрия) с полевым шпатом. Температура плавления нефелина около 1200°C, содержание щелочей – до 20%. Нефелиновые сиениты используются керамической промышленностью в качестве заменителей полевых шпатов при производстве изделий, не требующих белизны черепка (плитки для полов, кислотоупорные изделия). Нефелиновые сиениты, особенно бокситы, применяемые в керамической промышленности, являются попутными отходами горнообогатительных комбинатов и получают в виде тонкомолотых порошков. Поэтому их использование экономически выгодно. Но они загрязнены железистыми и магниальными примесями и имеют темно-серую окраску. Поэтому в производстве фаянса и фарфора не применяются. Наряду с нефелиновым сиенитом ведутся успешные опыты по использованию других щелочесодержащих пород в качестве заменителей полевых шпатов, например гранитов. Помимо указанных добавок в производстве разных видов керамических изделий используются и другие добавки. Их характеристика и влияние будут рассмотрены при описании технологии соответствующих видов изделий.

Мел — осадочная горная порода белого цвета, мягкая и рассыпчатая, нерастворимая в воде, органического (зоогенного) происхождения.

Основу химического состава мела составляет карбонат кальция с небольшим количеством карбоната магния, но обычно присутствует и некарбонатная часть, в основном оксиды металлов.

Доломит – двойная соль $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Разновидности доломита используются как заменители мела и мрамора в производстве изделий тонкой керамики. Температура диссоциации доломита 765...895 °C. Он оказывает на керамические массы более сильное флюсующее действие, чем

чистые CaCO_3 и MgCO_3 , что позволяет снизить температуру обжига масс и глазурей.

Тальк $4\text{SiO}_2 \cdot 3\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ имеет огнеупорность $1500 \dots 1520^\circ\text{C}$. Плотная разновидность талька называется жировиком, или стеатитом. Его месторождения имеются на Урале. Это мягкий минерал, легко поддающийся обработке. Чаще всего он применяется в тонкой керамике, включая изделия специального назначения. Добавка талька в фаянсовую массу предотвращает образование трещин в глазурном слое – «цека» – и повышает термостойкость. Тальк, используемый в тонкой керамике, должен иметь однородный состав: содержание оксидов железа не должно превышать $0,3 - 0,6$, а CaO – $0,2 - 1,9\%$ [11].

Эффективными флюсующими добавками в производстве кирпича являются отходы металлургической и химической промышленности. Они обеспечивают лучшее спекание массы и повышение прочности изделий, а также могут быть красящими компонентами. На стадии формовки и сушки эти добавки инертны, служат отощителями, снижают формовочную влажность и воздушную усадку.

Цвет обожженного черепка зависит от химического состава глинистого сырья, отходов и их количества в шихте. В качестве отощающей добавки используют $3 - 10\%$ тонкоизмельченных отходов, содержащих окислы хрома, марганца, железа, титана, кальция и др. При этом не только изменяется цвет изделия, но и часто снижается водопоглощение и повышается прочность, т.к. в большинстве случаев это легкоплавкие добавки.

Для получения черепка от светло-коричневого до черного цвета, а также серых оттенков, в состав шихты вводят отходы содержащие окислы марганца или смесь окислов марганца и хрома.

Введение отходов, содержащих окислы железа, дает возможность получить изделия от светло-красного до темно-красного и фиолетового тонов. Светлые тона изделий розоватого и желтоватого оттенков обеспечиваются введением в шихту компонентов, содержащих тонкодисперсную окись кальция. Количество добавок, необходимых для получения заданного цвета, подбирается экспериментально.

Для уменьшения сульфатных высолов в состав шихты вводят соединения бария или отходы, содержащие соединения бария, которые переводят растворимые сернокислые соли натрия, калия и кальция в нерастворимую BaSO_4 [15].

4.3 Выгорающие добавки

Выгорающие добавки выгорают в обжиге почти целиком (за исключением зольной части). В технологии керамики они чаще применяются при производстве стеновых материалов. К ним относятся опилки, уголь, золы ТЭЦ, негорелые шахтные породы.

В связи с различным вещественным и гранулометрическим составом этих добавок несколько различна их технологическая роль в шихте. Однако все они обеспечивают сокращение расхода топлива, интенсификацию процесса обжига, улучшение спекаемости массы за счет создания в ней восстановительной среды, при которой снижается температура образования легкоплавких эвтектик, что обуславливает также роль отошителя [15].

Древесные опилки при производстве строительного кирпича вводятся в массу для улучшения сушильных свойств полуфабриката (сырца). Являясь длинноволокнистыми, опилки армируют глинистые частицы и повышают сопротивление разрыву керамической массы и трещиностойкость в сушке. В обжиге они выгорают, оставляя в керамике относительно крупные поры, увеличивающие водопоглощение кирпича, теплоизоляционные свойства, но снижающие морозостойкость. В кирпичные массы добавляют обычно 5...10% опилок (от объема глины). В таком количестве они ускоряют сушку и существенно не снижают прочность кирпича, несмотря на увеличение пористости. Наиболее эффективно повышают трещиностойкость кирпича опилки продольной резки.

Антрацит (высшая разновидность угля) и *тощие каменные угли* добавляют в глину до 60% от требуемого на обжиг объема топлива, или 2...2,5% от объема глины. В таких количествах каменный уголь оказывает небольшое влияние на пористость кирпича. Основное его назначение – создать восстановительную среду в толще обжигаемого материала. Это интенсифицирует процесс спекания и упрочнения керамики. В изломе кирпича, полученного из глины и угля, видна темно-малиновая уплотненная зона, повышающая его прочность.

Бурые угли добавляют в глину с той же целью. При их использовании увеличивается недожог кирпича вследствие улетучивания горючих веществ при температурах ниже температуры их воспламенения. Выделение тепла и газов происходит более равномерно и в более широком температурном интервале, чем при вводе антрацита, поэтому почти не возникает пережог кирпича, и его обжиг можно вести более уверенно. Применяется широко [11, 15].

Отходы угледобычи и углеобогатительных фабрик могут служить одновременно отошающей и выгорающей добавкой, а также использоваться как основное сырье при производстве кирпича. По химическому составу эти породы близки к глинистому сырью, но отличаются повышенными потерями при прокаливании (ппп) и содержанием серы. По минеральному составу эти породы полиминеральны, с преобладанием одного из глинистых материалов в определенном угольном бассейне. Благодаря присутствию обломочного материала и угля порода, как правило, малочувствительна к сушке. Отходы углеобогатительных фабрик содержат от 5 до 40% горючей массы. Порода крупных и средних классов размерами кусков 0,5 – 300 мм поступает в отвал с влажностью 5 – 10%, а порода мелких классов – в виде шлама в специальные бассейны, где происходит ее отстаивание. С уменьшением

класса зерен, из которых состоит порода, количество углерода в ней возрастает и может достигать 40% [15].

Зола ТЭЦ, горючие сланцы, фрезерный торф также используются в качестве добавок в глину при производстве кирпича. Они действуют как отощители, а при наличии в золе недожога – невыгоревшего остатка кокса – как выгорающие добавки. В зависимости от вида и марки сжигаемого топлива и режима работы топок золы различны по теплотворной способности – от 800 до 2000 ккал/кг и плавкости от 1050 до 1500°С. В первую очередь рекомендуется использовать легкоплавкие золы. При содержании в золе более 10 % углерода производство стеновых керамических материалов можно организовывать без введения в шихту технологического топлива. При определении качества золы проверяют на содержание шлаковых и карбонатных включений, влажность и остаточное содержание топлива, а готовые изделия, помимо стандартных испытаний, подвергают испытанию на капиллярный подсос для определения склонности к образованию выцветов [11, 15].

4.4 Пластифицирующие добавки. Их вводят с целью повышения пластичности сырьевых смесей при меньшем расходе воды. К ним относятся высокопластичные глины, бентониты, лигнин (тонкодисперсный отход от переработки древесины), поверхностно-активные вещества (Сульфитно-спиртовая барда – ССБ, сульфитно-дрожжевая бражка – СДБ, смола нейтрализованная воздухововлекающая – СНВ и др). Введение этих добавок улучшает формовочные свойства массы, облегчает сушку сырца, увеличивает прочность изделий [11, 15].

4.5 Специальные добавки. Для повышения кислотостойкости керамических изделий в сырьевые смеси добавляют песчаные смеси, затворенные жидким стеклом. Для получения некоторых видов цветной керамики в сырьевую смесь добавляют оксиды металлов (железа, кобальта, хрома, титана и др.) [11].

5 Способы производства керамических изделий

Технология изготовления керамических материалов состоит из следующих операций: переработка глиняной массы, формование изделий, сушка и обжиг. Существуют несколько способов изготовления керамических изделий: пластический, полусухое прессование, жесткое формование, шликерный, комбинированный способ.

Рассмотрим особенности каждого способа производства.

Пластический способ является классическим или традиционным способом, так как получил широкое распространение на предприятиях по изготовлению керамических материалов. Глинистые материалы естественной (карьерной) влажности при необходимости смешивают с водой, до получения сырьевой массы влажностью 18 – 28%. При пластическом способе производства глинистые частицы покрыты слоем воды, она уменьшает трение между ними, обеспечивая легкое скольжение, относительно друг друга.

Однако производство изделий из масс с высокой формовочной влажностью – процесс многопередельный, требующий корректировки природных свойств глинистого сырья (дробление, помол, вылеживание, увлажнение и перемешивание).

Наличие карбонатных включений обуславливает введение в технологию дополнительных валцов тонкого помола или сухую подготовку массы в шахтных мельницах и других аналогичных агрегатах [25].

Подготовленное глиняное тесто направляют в ленточный вакуумный пресс, откуда выходит непрерывный глиняный брус, который в последующем разрезается с помощью струн или ножей на требуемые размеры сырца. Меньшая запыленность предприятия, но большой расход условного технологического топлива (количество воды, подлежащей удалению в 4 раза больше, чем при полусухом способе). Недостатком является то, что необходимо сырец переключать после сушки на обжиговые вагонетки, т.е. отдельный процесс сушки в камерных сушилках и процесс обжига в туннельных печах. Пластическим способом выпускают керамический кирпич, камни, черепицу, трубы и др.

Полусухой способ предусматривает сушку глинистого сырья (до влажности 8 – 12%), затем дробление, размалывание, перемешивание. Прессование каждого сырца-образца происходит под давлением до 15 МПа. Положительным свойством является четкая форма, точные размеры, прочные углы и ребра формируемого кирпича, но прочность ниже, чем у кирпича пластического формования, это объясняется тем, что сцепление лучше в образце повышенной влажности. При полусухом способе частицы не набухают полностью и не сообщают массе пластичности и подвижности. Вода смачивает наружную поверхность глинистых частиц. Небольшое количество воды снижает трение между минеральными составляющими.

При полусухом способе подготовки сырья требуется на 30% меньше производственных площадей (при одинаковой мощности завода), и на 20 – 24% меньше обслуживающего персонала, чем при пластическом способе. Преимуществом этой технологии является возможность садки отформованного сырца на печную вагонетку, что исключает из технологической линии операцию укладки сырца на сушильную вагонетку и перекладку его на печную. Кирпич до сушки необходимо выдерживать в цехе в течение 12 – 48 ч для усреднения влажности во всем его объеме.

Сокращается также продолжительность производства изделий, что создает лучшие условия для автоматизации производства [16]. Изделия, изготавливаемые полусухим способом: облицовочные плитки, плитки для полов и другие тонкостенные керамические изделия.

Шликерный способ подготовки массы целесообразно применять при использовании глинистого сырья повышенной влажности, легко размокающего в воде и содержащего каменные включения, подлежащие удалению. Особенность шликерного способа заключается в том, что измельченные сырьевые материалы смешиваются с большим количеством воды (влажность более 45%). При литьевом способе – шликер представляет собой массу с малой концентрацией дисперсионной фазы, в результате частицы могут неограниченно перемещаться относительно друг друга.

Шликерный способ подготовки массы обеспечивает наилучшее разрушение природной текстуры сырья [16]. Применяют при производстве фарфоровых и фаянсовых изделий, облицовочных плиток и др.

Способ жесткого прессования можно рассматривать с двух сторон:

- первый способ - представляет собой сухую переработку и формовку изделий по пластическому способу, при условии карьерной влажности глины не менее 16 – 17%. Увлажнение порошка глинистой массы происходит в мешалке пресса, это позволяет формовать изделия при влажности на 3 – 4 % ниже нормальной с давлением 10 МПа.

- второй способ – из массы пониженной влажности (12 – 14%) до обработки ее на машинах или непосредственно перед прессом вводят сухие добавки либо используют предварительно подсушенную глину с таким расчетом, чтобы можно было прессовать изделия из масс с указанной выше влажностью.

Преимуществом метода жесткого прессования является возможность укладки отформованного сырца на печную вагонетку, что исключает из технологической линии операцию укладки сырца на сушильную вагонетку и перекладку его на печную.

Комбинированный способ заключается в подготовке сырья по способу полусухого прессования с последующим затворением водой и формованием по пластическому способу. Такая технология обеспечивает высокую степень гомогенизации шихты и качества керамических изделий [11].

6 Формование керамического кирпича пластическим способом

Принципиальная схема изготовления керамического глиняного кирпича методом пластического формования, содержащая разновидности сушки – в камерных и туннельных сушилках (рисунок 24).

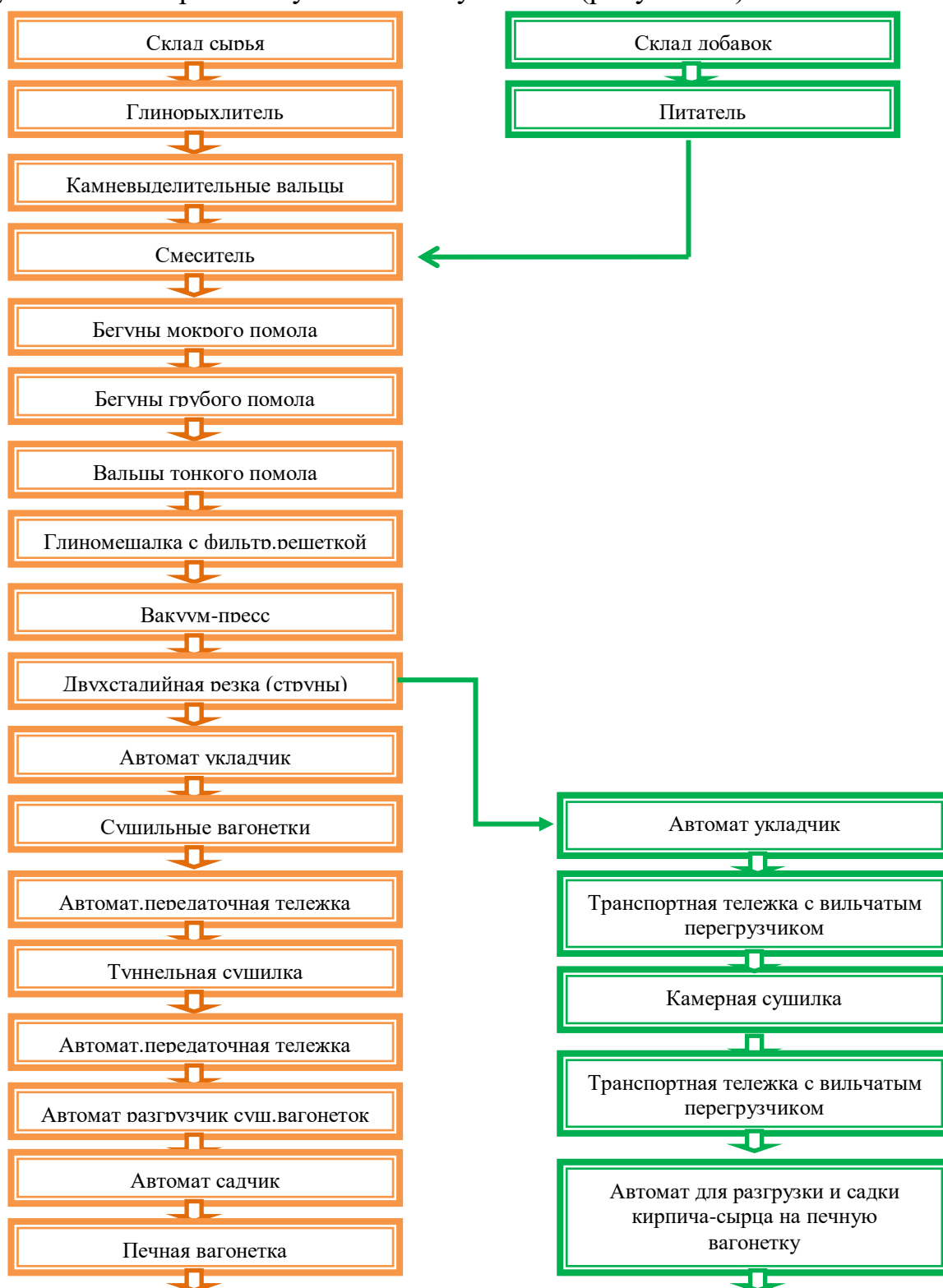
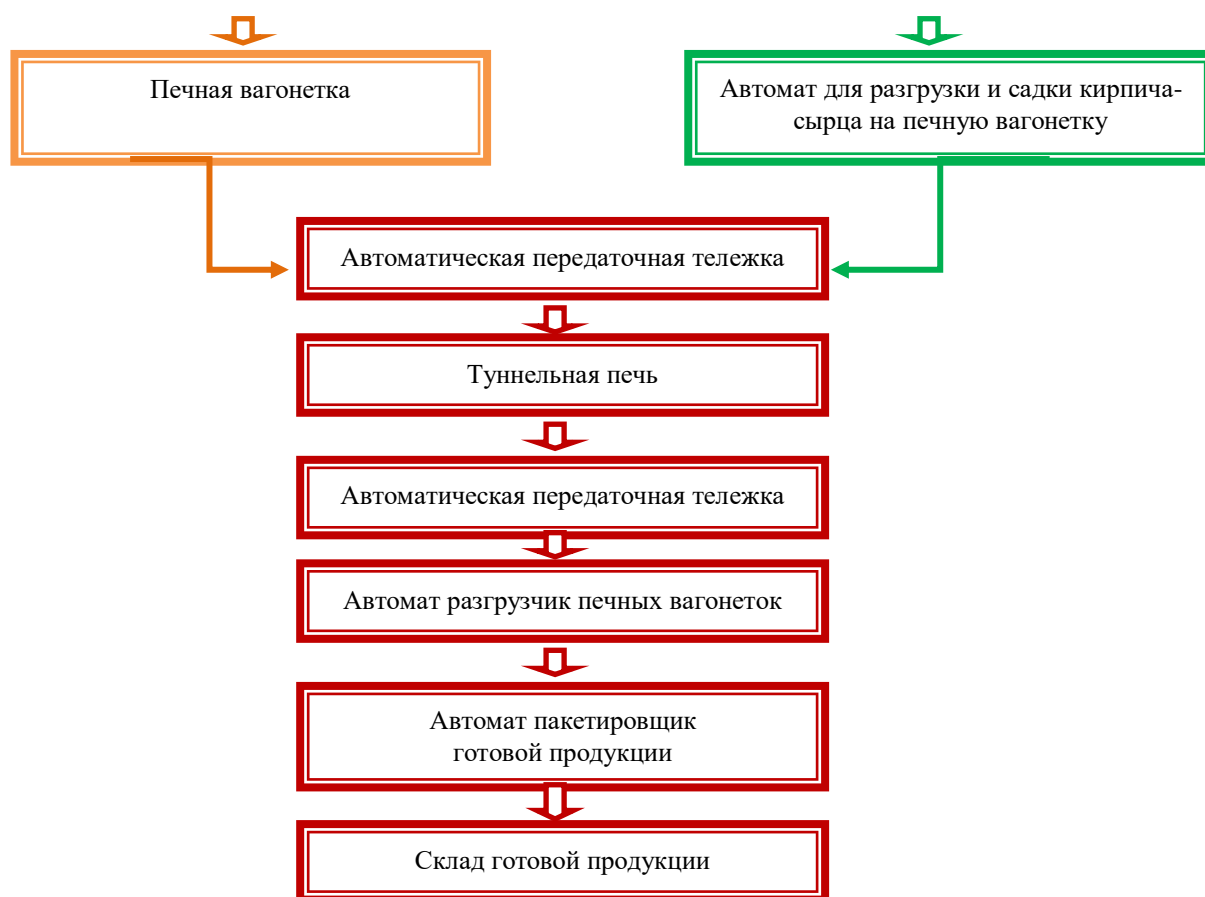


Рисунок 24 – Технологическая схема производства кирпича пластическим способом



Продолжение рисунка 24

Подготовка глинистого сырья для формования пластическим способом осуществляется методами: естественной обработки (выветриванием, вымораживанием, вылеживанием с замачиванием); механической обработки, включающей предварительное рыхление глины, первичное дробление с выделением камней, дозирование с добавками, вторичное измельчение, тонкое измельчение, дополненное физико-химической обработкой сырья (увлажнение, пароувлажнение и вакуумирование) и введением добавок (отошающих, выгорающих, пластифицирующих). Приготовленная смесь подвергается вылеживанию. На рисунках 25, 26, 27 приведены схемы переработки глинистого сырья в зависимости от природных свойств.

Естественная обработка глины осуществляется при использовании погодно-климатических факторов и фактора времени. Она требует значительных площадей и может быть использована на заводах с небольшим годовым расходом глины, когда возникает необходимость в резком улучшении ее технологических свойств для производства высококачественной продукции и особенно когда имеющееся оборудование не обеспечивает надлежащей обработки сырья.



Рисунок 25 – Подготовка рыхлого глинистого сырья

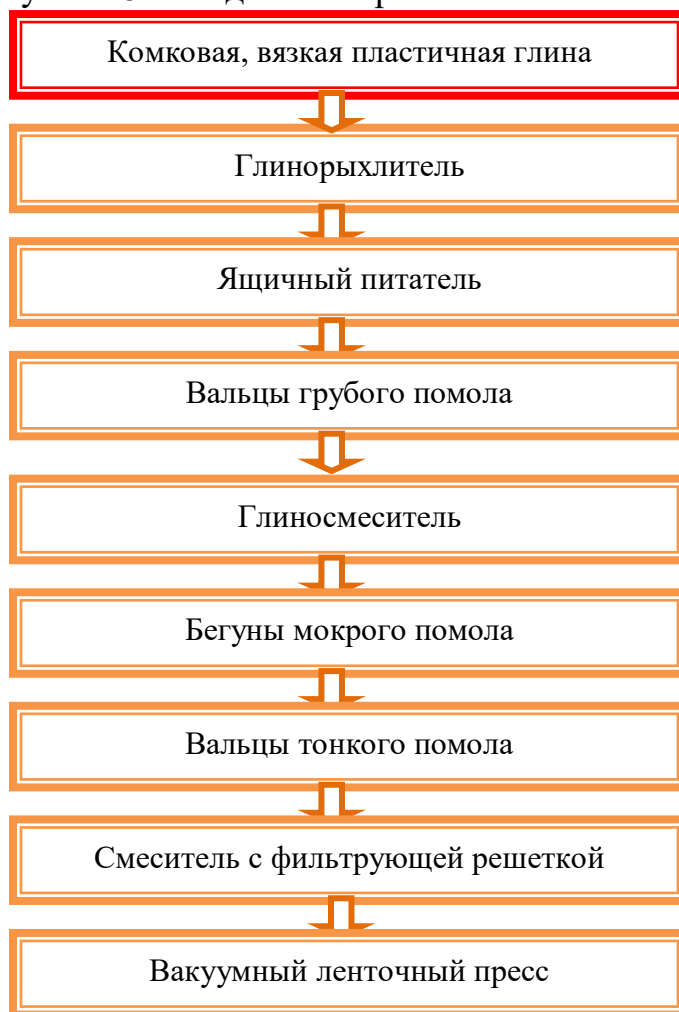


Рисунок 26 – Подготовка вязкого глинистого сырья

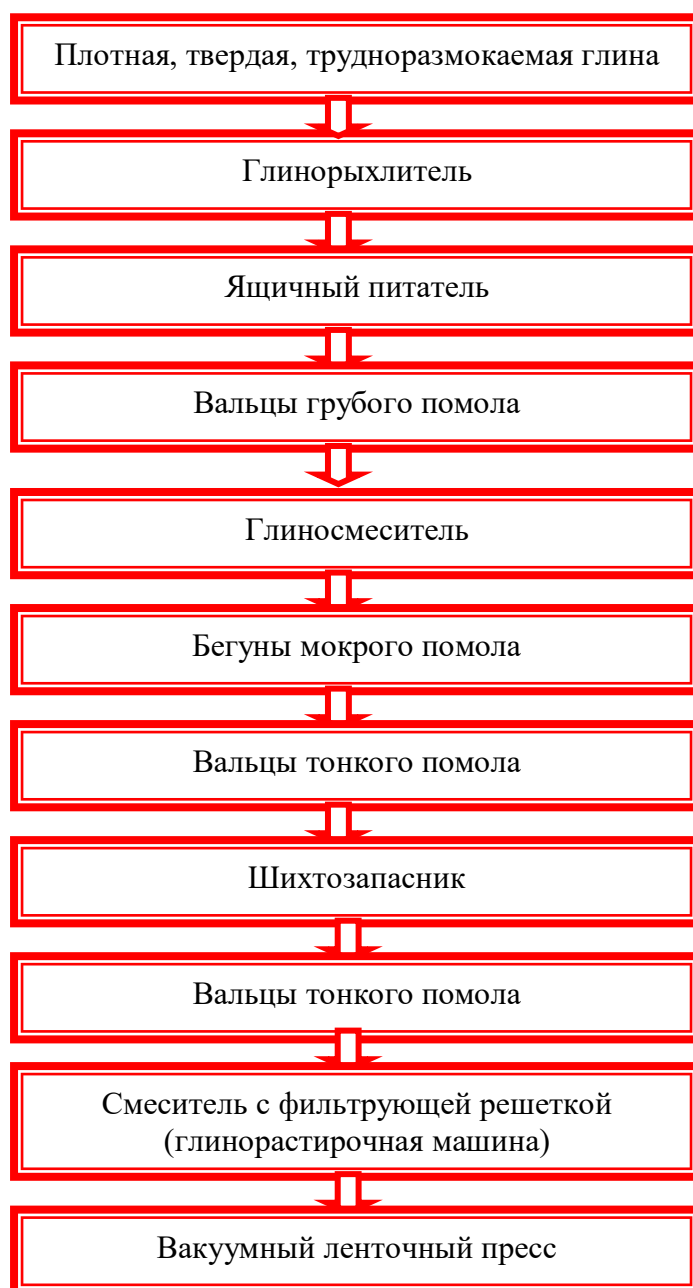


Рисунок 27 – Переработка плотного глинистого сырья

При большой расходе глины иногда организуют вылеживание и увлажнение последней непосредственно в карьере и забирают ее через несколько суток. Вылеживание замоченной глины улучшает ее формовочные и сушильные свойства, повышает производительность оборудования и снижает расход энергии.

Предварительное рыхление глины осуществляют стационарными и передвижными глинорыхлителями, смонтированными на самоходных тележках.

Дозирование глины производят ящичным питателем с пластинчатым или ленточным конвейером. Сухие, отошающие, выгорающие и др. добавки дозируют питательными дисковыми (тарельчатыми), ленточными,

винтовыми, барабанными и вибрационными питателями. Для дозирования жидких добавок используют водомерные баки сифонного типа, дозаторы турбинного типа и автоматические дозаторы с электронными датчиками.

Первичное дробление глины и выделение из нее крупных твердых включений осуществляется камневыделительными дезинтеграторными и винтовыми вальцами.

Смешивание сырьевых компонентов после первичного дробления производят в одно- и двухвальных лопастных горизонтальных смесителях.

Для вторичного измельчения и обработки глиняной массы в зависимости от ее свойств и требуемой степени обработки применяют дырчатые вальцы, бегуны мокрого помола и глинорастиратели.

Тонкое измельчение глиняной массы производят на дифференциальных вальцах тонкого помола. При формовании тонкостенных изделий зазор между валками уменьшают до 2 мм, а при наличии известняковых включений до 1 мм.

Вылеживание предварительно обработанной массы осуществляется в открытых шихтозапасниках, откуда через несколько дней ее подают многоковшовым экскаватором на ленточный конвейер, с которого она поступает в смеситель вакуумного пресса. Широкое распространение получили механизированные шихтозапасники, которые совмещают процессы вылеживания и перетираания с паровым прогревом.

Формование керамических стеновых изделий из пластических масс осуществляется на ленточных безвакуумных и вакуумных прессах. Полнотелый кирпич, как правило, формуют на безвакуумных прессах, а пустотелый кирпич и керамические камни – на вакуумных.

Безвакуумные предназначены для формования кирпича из пластичных глин влажностью 18 – 20%, Ленточные вакуумные позволяют формовать кирпич из глин влажность которых на 2 – 3% ниже.

Резка бруса может осуществляться однострунными или многострунными автоматами. Для укладки кирпича применяются автоматы укладчики, выбор которых определяется типом сушилки и сушильной вагонетки.

Для сушки сырца используют в основном камерные и туннельные сушилки, реже щелевые и конвейерные. Обжиг преимущественно в печах туннельного типа.

7 Формование керамического кирпича методом полусухого прессования

При полусухом прессовании пресс-порошок, полученный предварительным высушиванием, измельчением и смешиванием подвергается уплотнению в пресс-формах при удельном давлении, в 10 раз превышающим давление прессования на ленточных прессах.

Преимуществом метода полусухого прессования кирпича-сырца является бесперекладочный процесс сушки и обжига, при котором кирпич-сырец повышенной прочности 0,5 – 3 МПа укладывается непосредственно на печную вагонетку без какой-либо последующей перекладки.

Подготовка сырья включает: грубое измельчение карьерной глины (влажность 8 – 12%) с одновременным удалением из нее крупных включений, сушку глины, измельчение сухой глины в порошок, просеивание, приготовление порошка и его пароувлажнение.

На рисунке 28 приведена схема производства кирпича методом полусухого прессования с использованием глины средней пластичности.

Подготовку пресс-порошков из глин повышенной влажности (18 – 25%, трепелов и диатомитов (35 – 40%) целесообразнее проводить по схеме с одно- и двухстадийной сушкой сырья с последующим измельчением до зерен размером менее 3 – 5 мм. Глины предварительно подсушенные, а также повышенной карьерной влажности (13 – 17%), сланцевые, аргиллиты и туфоаргиллиты влажностью до 14% можно измельчать до зерен размером не более 1 – 2 мм с одновременной сушкой, а глинистое сырье с повышенным содержанием карбонатных включений – до зерен менее 1 мм. Оптимальная влажность пресс-порошков на основе аргиллитов 6 – 8%, глин 8 – 10%, трепелов и диатомитов 12 – 17% [17].

Для сушки глинистого сырья применяют сушильные барабаны, продолжительность сушки 25 – 40 мин.

Для совмещенного помола и сушки глинистого сырья используют пневматические сушилки с шахтными мельницами. Начальная влажность поступающего сырья 17%, высушенного порошка 8 – 10%. Для обработки пресс-порошка с целью снижения пофракционной влажности и получения оптимального зернового состава применяют стержневые смесители, позволяющие исключить из технологического процесса дезинтеграторы и сита.

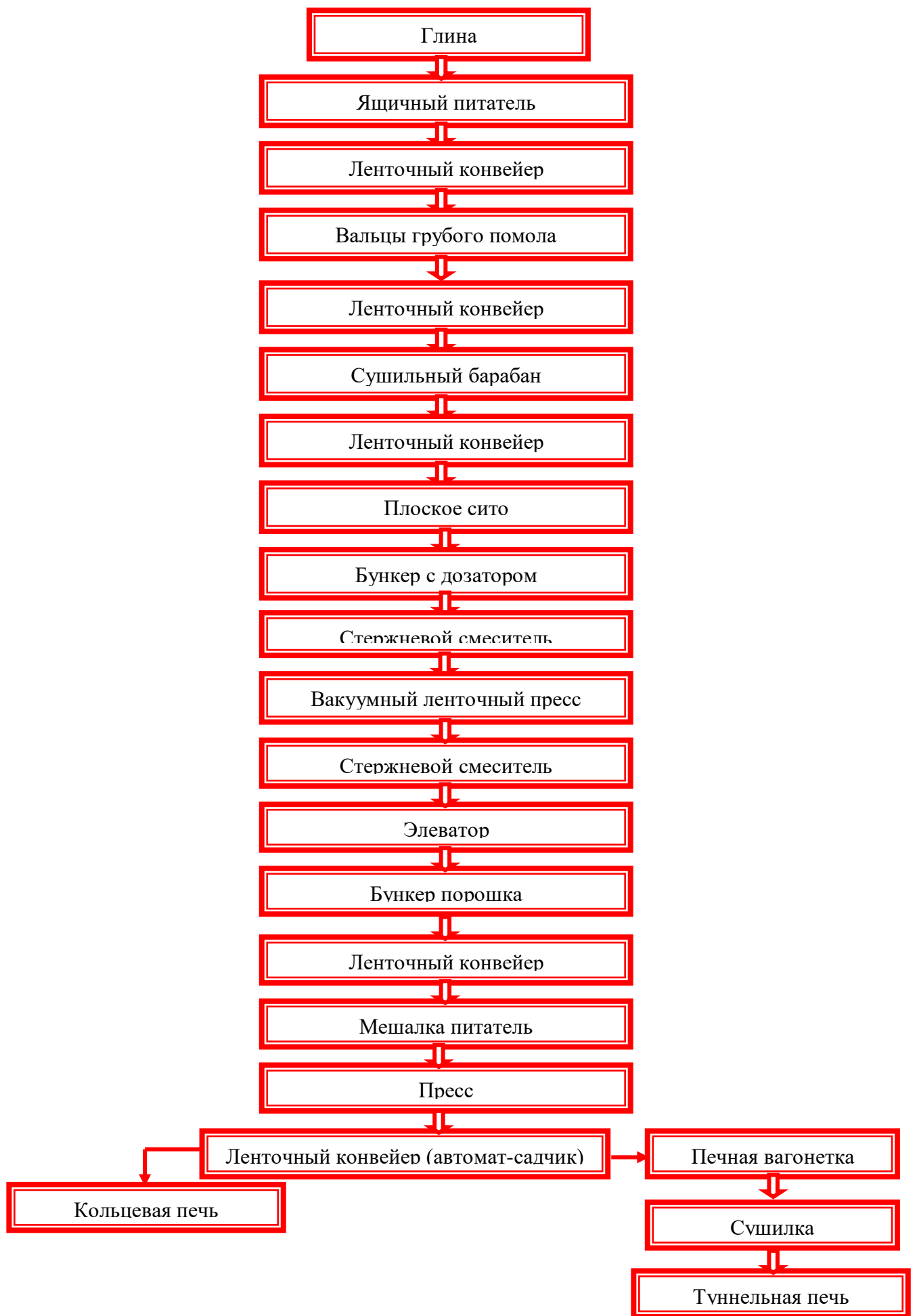


Рисунок 28 – Технологическая схема получения кирпича методом полусухого прессования

Прессование включает три стадии уплотнения порошков:

- уплотнение за счет сближения частиц при удалении воздуха;
- пластические деформации частиц с увеличением контактной поверхности, выжимание влаги из глубинных слоев на поверхность частиц и увеличение сцепления силами поверхностного натяжения влаги;
- упругая деформация частиц с их разрушением и максимальным уплотнением за счет развития поверхности контактов между зёрнами.

После снятия нагрузки и извлечения изделия из формы возможно его расширение, которое может быть до 8%, и растрескивание, так как давление прессования распределяется по толщине изделия неравномерно (затухает по мере удаления от штампа), что зависит от величины бокового трения и от влажности порошка. В центре давление выше, чем у краев. Для его снижения смазывают форму, подогревают ее, повышают влажность порошка, применяют двухстороннее или двухступенчатое прессование, его замедление для удаления воздуха, вызывающего растрескивание за счет обратного последствия.

Прессование сырца из полусухих глинистых масс производят в основном на коленно-рычажных прессах. Пресс позволяет за один цикл прессовать восемь кирпичей. В процессе осуществляется дозировка и засыпка пресс-порошка в пресс-формы, регулирование глубины засыпки, двухстороннее, двухступенчатое прессованием и выталкивание сырца на роликовый конвейер. Глубина засыпки пресс-формы регулируется автоматически.

Прессы полусухого прессования разделяют по направлению прессования, способу передачи усилия и назначению. По направлению прессования – одно- или двухсторонние. По способу передачи усилия – ударного действия, рычажные и гидравлические; по назначению – для прессования кирпича, плиток, черепицы. Для прессования кирпича применяются отечественные механические прессы СМ-198; СМ-301; СМ-143, ССМ-583 и зарубежные, позволяющие изготавливать пустотелые (дырчатые) камни.

Для приема отформованного кирпича полусухого прессования и укладки его на печные вагонетки используются садчики (автомат-укладчики). Автомат состоит из подъемно-транспортирующего механизма, кантователя, комплектующего стола, пневмоукладчика и электрооборудования. Автомат укладывает изделия 21-го типоразмера на обжиговую вагонетку [17].

8 Сушка керамических изделий

Перед обжигом изделия должны быть высушены до содержания влаги 5 – 6% во избежание неравномерной усадки, искривления и растрескивания при обжиге.

Усадка при сушке называется *воздушной усадкой* и является серьезной проблемой на пути получения бездефектного изделия. Чтобы уменьшить трещинообразование, помимо регулирования скорости сушки можно регулировать состав массы, вводя в нее непластичные – отощающие компоненты. Однако следует учесть, что при этом нельзя выходить за пределы пластического состояния массы, необходимого для ее формования. Введенные отощающие компоненты снизят усадку всей массы вследствие того, что сами не теряют воду и не испытывают усадки. Помимо этого их введение в массу приводит к образованию при сушке изделия более крупных пор, облегчающих удаление влаги. Процесс сушки характеризуется тремя периодами: нагревом, постоянной и падающей скоростями сушки.

Первый период сушки характеризуется ускоренным прогревом полуфабриката от начальной температуры до температуры насыщенного теплоносителя.

Второй период сушки – скорость сушки численно равна скорости испарения влаги с поверхности полуфабриката. Температура поверхности полуфабриката остается постоянной, так как основная масса тепла расходуется на испарение влаги. Поверхность изделия остается смоченной влагой, поступающей из внутренних слоев. Период постоянной скорости сушки сохраняется до тех пор, пока количество испаряющейся с поверхности изделия воды меньше или равно количеству воды, поступающей по капиллярам из внутренних слоев под действием диффузионно-осмотических и капиллярных сил. Этот процесс называется влагопроводностью материала [17].

Третий период характеризуется падающей скоростью сушки и повышением температуры полуфабриката. На поверхности изделия устанавливается равновесная влажность, соответствующая параметрам теплоносителя.

Температура полуфабриката становится равной температуре сухого термометра. Скорость сушки постепенно снижается до нуля. В третьем периоде сушки допускается значительное повышение температуры и скорости теплоносителя. У пластичных высокодисперсных глин равновесная влажность выше, чем у тощих. При испарении влаги в процессе сушки ниже равновесной влажности полуфабрикат должен немедленно поступать на обжиг. Несвоевременное поступление высушенного полуфабриката в обжиг и пребывание его в условиях, когда он может увеличить количество влаги за счет поглощения ее из воздуха, сопровождается частичным разбуханием частиц глины и возможным снижением прочности полуфабриката.

Совмещение процессов сушки и обжига в одном тепловом агрегате исключает подобное явление [17].

Прежде сырец сушили преимущественно в естественных условиях в сушильных сараях в течение 2 – 3 недель в зависимости от климатических условий. В настоящее время сушка производится преимущественно искусственная в туннельных непрерывного действия или камерных периодического действия сушилках в течение от нескольких до 72-х часов в зависимости от свойств сырья и влажности сырца. Сушка производится при начальной температуре теплоносителя – отходящих газов от обжиговых печей или подогретого воздуха – 120 – 150°C [23].

В сушилках периодического действия температура и влажность теплоносителя непрерывно изменяются во времени. В сушилках непрерывного действия эти параметры теплоносителя изменяются по длине рабочего туннеля, оставаясь постоянными во времени в некоторых ее зонах.

Сушилки периодического действия менее экономичны и более трудоемки в эксплуатации, чем сушилки непрерывного действия. Преимущество их – возможность сушки по индивидуальным режимам.

В одних сушилках полуфабрикат во время сушки перемещается, в других находится на одном месте.

По конструктивным признакам сушилки бывают камерные, туннельные, конвейерные одно- и двухъярусные, а также щелевые сушилки однорядной установки изделий на транспортные средства.

Камерные сушилки представляют собой камеры длиной до 18 м, шириной 1,2 – 1,45 м и высотой 2,1 – 2,5 м. Обычно камеры группируются в блоки по 20 – 48 шт. Камерные сушилки работают периодически – циклами (загрузка, сушка, выгрузка). Подача и отбор теплоносителя осуществляется вентиляторами. Недостатки: значительные потери времени (до 10%) на загрузку и выгрузку изделий; большие потери тепла в период их загрузки и выгрузки; периодичность работы; неравномерность сушки.

Туннельные сушилки относятся к сушильным устройствам непрерывного действия. Замена камерных сушилок туннельными обеспечивает повышение мощности завода на 15 – 25%, снижение трудовых затрат на 1000 шт. кирпича на 20%, себестоимости на 2 – 3%. Использование туннельных сушилок, когда длительность сушки сырца не превышает 24 ч, наиболее эффективно. Длина туннеля – от 24 до 36 м, ширина однопутных туннелей 1 – 1,2 м, двухпутных – 2 – 2,4, трехпутных 3 – 3,6 м, высота 1,4 – 1,8 м. Туннели объединяются в блоки по 4 – 20 шт., имеющие общие каналы для подачи и отбора теплоносителя. Сырец поступает в туннельную сушилку на вагонетках. На встречу высушиваемому полуфабрикату движется теплоноситель – топочные газы, поступающие в туннель у его выгрузочного конца. Теплоноситель попадает в туннель сосредоточенно через канал длиной 1,5 – 2,0 м при помощи вентилятора. Температура теплоносителя в центральном подводящем канале сушилки 100 – 200 °C [17].

9 Обжиг керамических изделий

Правильный выбор теплового режима обжига – главная задача всего процесса тепловой обработки керамических изделий. При расчете теплового режима необходимо учитывать возможные скорости протекания процесса спекания, технологические особенности отдельных компонентов исходной шихты керамической массы, а также конструктивные особенности печи, в которой будет проходить обжиг изделий.

Обжиг – важнейший и завершающий процесс в производстве керамических изделий. Обжиг керамических изделий производят в печах периодического и непрерывного действия. Процесс обжига можно разделить на три периода: прогрев сырца, собственно обжиг и регулируемое охлаждение. При нагреве сырца до 120°C удаляется физически связанная вода и керамическая масса становится непластичной. Но если добавить воду, пластические свойства массы сохраняются. В температурном интервале от 450°C до 600°C происходит отделение химически связанной воды, разрушение глинистых минералов и глина переходит в аморфное состояние. При этом и при дальнейшем повышении температуры выгорают органические примеси и добавки, а керамическая масса безвозвратно теряет свои пластические свойства. При 800°C начинается повышение прочности изделий, благодаря протеканию реакций в твердой фазе на границах поверхностей частиц компонентов [23].

Назначение обжига. Важнейшие физико-химические свойства керамических изделий (прочность, плотность, морозостойкость) приобретаются в результате обжига. При обжиге одновременно протекают процессы тепло- и массообмена, а также фазовые и химические превращения в материале. В зависимости от свойств глинистого сырья эти процессы протекают без нарушения целостности изделий или приводят к их деформации - трещиноватости и короблению, особенно у чувствительных к обжигу глинистых пород. Более чувствительным к обжигу является полуфабрикат из глин монтмориллонитовой группы, содержащих Al_2O_3 более 20 %, менее чувствительным - полуфабрикат из гидрослюдных глин. Чувствительность полуфабриката к обжигу повышается при увеличении в глинах тонкодисперсных фракций свыше 35 – 40 %, числа пластичности свыше 20, а также большом набухании при затворении водой. С повышением пористости полуфабриката снижается его чувствительность к обжигу.

Температурный режим обжига кирпича и эффективных керамических камней условно разделяется на четыре периода: досушки (до 200°C), подогрева (окура – $700 - 800^{\circ}\text{C}$), собственно обжига (взвар – $900 - 1050^{\circ}\text{C}$), остывания (охлаждения до $40 - 50^{\circ}\text{C}$).

Досушка производится для полного удаления воды затворения и гигроскопической, а также для равномерного прогрева массы полуфабриката до $100 - 200^{\circ}\text{C}$.

Подогрев до 800 °С, т.е. до начала упругих деформаций, первоначально производится дымовыми газами и далее при сжигании топлива. В начальной стадии этого периода (300°С) начинается выгорание органических примесей, заканчивающееся при медленном повышении температуры до 450 °С, при быстром - около 700 – 800°С. Коксовый остаток выгорает к концу второго периода (700 – 800°С). Скорость выгорания веществ обратно пропорциональна квадрату толщины изделия и во многом зависит от избытка воздуха в печных газах.

В середине периода при 500 – 650°С интенсивно выделяется конституционная вода, минералы, содержащие железо, например сидерит FeCO_3 диссоциируют с выделением CO_2 . В восстановительной среде, создаваемой сжиганием топлива внутри черепка изделий при вводе топлива в массу или при водяном орошении, часть оксида железа (III) восстанавливается до оксида железа (II) с образованием легкоплавких эвтектик (железистых стекол), особенно при повышении температуры до 850 – 900°С, способствующих уплотнению черепка. При 550°С и наличии восстановительной среды начинается диссоциация сульфидов и сульфатов с выделением SO_2 , а при 700 – 800°С - диссоциация карбонатов CaCO_3 и MgCO_3 , заканчивающаяся при 950 – 1000°С с выделением CO_2 и повышением пористости изделий. Начиная с 700°С и выше, щелочи, находящиеся в глине, вступают во взаимодействие с другими компонентами глины, образуя расплав, количество которого также возрастает с повышением температуры.

Скорость подъема температуры определяется в основном не свойствами сырья обжигаемых изделий, а конструктивными особенностями печей, и в некоторые периоды может колебаться от 150 до 800 °С/ч, а в среднем - около 300 °С/ч.

Взвар характеризуется достижением максимально допустимой температуры обжига изделий, созреванием черепка и выдержкой обычно при 900 – 1050 °С. Повышают температуру осторожно, так как при 800 – 900 °С возникают упругие деформации, что связано с разрушением кристаллической решетки глинистых минералов и значительными структурными изменениями черепка. Период взвара характеризуется изменением огневой усадки, начинающейся при 750 – 850 °С, в зависимости от свойств сырья, и заканчивающейся к моменту достижения конечной температуры обжига.

Железосодержащие минералы наряду со щелочами являются наиболее легкоплавкими составляющими, особенно FeO , так как плавится этот оксид при температуре на 150 – 200 °С ниже, чем Fe_2O_3 . Поскольку в глинах железо чаще всего встречается в виде Fe_2O_3 переход его в FeO возможен только в восстановительной среде, получаемой при сгорании топлива, запрессованного в изделия, или при вводе воды в печь на конечной стадии обжига. Поэтому обжиг изделий в восстановительной среде при 900 – 1000°С равноценен обжигу в окислительной среде при 1050 – 1100 °С, без деформации изделий. Для выравнивания температуры в печи и более полного протекания физико-химических процессов в изделии в конце взвара

производится выдержка в течение 3 – 5 ч. При обжиге в структуре керамических изделий образуются минералы муллита $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, шпинели $2Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$, $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot Si_3Al_4O_{12}$, силлиманит $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ и др., придающие прочность керамическому кирпичу.

Охлаждение начинается небольшой зоной «закала» и характеризуется медленным понижением температуры (около $30^\circ C$ в час) до $550 - 500^\circ C$ без отбора тепла во избежание внутренних напряжений и растрескивания изделий. Трещины скорее всего могут появиться в интервале $600 - 400^\circ C$ в результате полиморфных превращений кварца (при $573^\circ C$) и перехода расплава из вязкого в твердое состояние.

Дальнейшее охлаждение до конечной температуры $40 - 50^\circ C$ происходит быстро, и допускаемая величина температурного перепада возрастает до $120 - 125^\circ C/ч$.

Механическая прочность кирпича и керамических камней повышается с увеличением содержания стекловидной фазы в массе изделий. Однако при относительно низких температурах обжига в массе изделий содержится мало стекловидной фазы (6-8 %), изделия имеют повышенную пористость (более 8 %), а нередко и низкую механическую прочность ($7,5$ МПа) и являются не морозостойкими. Хорошо обожженные изделия имеют низкие адсорбционные свойства, высокую прочность и требуемую морозостойкость.

В процессе обжига, особенно засоленных глинистых пород, а также в процессе эксплуатации на поверхности обожженных керамических изделий могут образовываться высолы в виде белых налетов.

В процессе нагрева до $1000^\circ C$ возможно образование новых кристаллических силикатов, например силлиманита $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, а при нагреве до $1200^\circ C$ и муллита $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Одновременно с этим легкоплавкие соединения керамической массы и минералы плавни создают некоторое количество расплава, который обволакивает не расплавившиеся частицы, стягивает их, приводя к уплотнению и усадке массы в целом. Эта усадка называется *огневой* усадкой. В зависимости от вида глин она составляет от 2% до 8%. После остывания изделие приобретает камневидное состояние, водостойкость и прочность. Свойство глин уплотняться при обжиге и образовывать камнеподобный черепок называется *спекаемостью глин*.

В зависимости от назначения обжиг изделий ведется до различной степени спекания. Спекшимся считается черепок с водопоглощением менее 5%. Большинство строительных изделий обжигается до получения черепка с неполным спеканием в определенном температурном интервале от температуры огнеупорности. Начала спекания, называемым *интервалом спекания*. Интервал спекания для легкоплавких глин составляет $50 - 100^\circ C$, а огнеупорных до $400^\circ C$. Чем шире интервал спекания, тем меньше опасность деформаций и растрескивания при обжиге.

Интервал температур обжига лежит в пределах: от $900^\circ C$ до $1100^\circ C$ для кирпича, камня, керамзита; от $1100^\circ C$ до $1300^\circ C$ для клинкерного кирпича,

плиток для полов, гончарных изделий фаянса; от 1300°C до 1450°C для фарфоровых изделий; от 1300°C до 1800°C для огнеупорной керамики [17, 23].

На кирпичных заводах применяют тепловые агрегаты разных конструкций: туннельные и кольцевые печи, печи-сушилки, печи с выдвижным подом, роликотконвейерные, роторно-конвейерные и пр. Каждому типу печей присущи свои достоинства и недостатки.

Туннельные печи – это наиболее современный и совершенный тип теплового агрегата. Они позволяют механизировать и автоматизировать процесс обжига и в наибольшей степени соответствуют поточности производства. Недостатками их являются высокие стоимость, материало- и металлоемкость, необходимость большого вагонеточного парка, сложность и невысокая надежность работы оборудования обжигового отделения (транспортное оборудование, садчики и др.), потребность в высококвалифицированных кадрах для их обслуживания и ремонта.

Печи-сушилки – это единый тепловой агрегат для сушки и обжига изделий, который позволяет устранить одну из самых трудоемких операций: перекладку высушенных изделий с сушильных вагонеток на печные. Недостатком печей-сушилок относится сложность создания в зоне сушилки рационального влажностного режима.

Из кольцевых печей современным требованиям удовлетворяют модернизированные каркасно-блочные со съемным перекрытием и механизированной садкой-выставкой кирпича. Отличительными особенностями их являются малая материалоемкость, простота механизации работ, надежность работы автоматов-перекладчиков, отсутствие вагонеточного парка, хорошие теплотехнические свойства, недостатки – циклические и динамические нагрузки на стены печи и панели перекрытий, приводящие к их повышенному износу и разрушению, менее высокая степень механизации и автоматизации, высокая стоимость теплоизоляционных материалов съемного перекрытия.

Камерные печи с выдвижным подом, а также разные типы колпаковых печей и печей со съемным корпусом в настоящее время применяются в основном за рубежом при обжиге кирпича с повышенными требованиями к качеству. Достоинствами этих печей являются компактность и возможность легкого установления окислительного или восстановительного режима атмосферы, недостатком – повышенный расход топлива, что ограничивает область их применения.

Щелевые печи, позволяющие производить высококачественный скоростной обжиг керамического кирпича и камней, не нашли пока широкого распространения из-за сложности содержания подового хозяйства (герметичность уплотнения, точность изготовления подовых вагонеток, сложность изготовления роликотконвейерного и вращающегося пода), необходимости работ на ограниченном количестве виде большого расхода тепловой энергии [17].

10 Технология производства керамической плитки для внутренней облицовки стен

Для бесперебойной работы производства на предприятии должен быть определен запас сырья. С этой целью на предприятиях создают склады для промежуточного запаса сырья. На складах сырье усредняют, доводят до постоянного состава, что способствует повышению эффективности производства. Глину хранят в закрытых складах. В складах применяют оборудование для разгрузки и транспортирования глины. Склады оборудуют мостовыми кранами с грейферным захватом, которые подают сырье в производство из любой точки склада.

Карьер с песком находится вблизи производства. Доставляется конвейерами. Мел привозят автотранспортом. Песок и мел также хранят на закрытом складе.

Сырьевые материалы со склада поступают на обработку. Огнеупорная глина и каолин поступают на грубое измельчение в дезинтеграторные вальцы. Дезинтеграторные вальцы представляют собой два валика разного диаметра - дробящий и подающий. Валки установлены с зазором. Валок меньшего диаметра – ребристый, вращается с большей скоростью, чем гладкий валок большего диаметра. Глина, попадая между валками, проминается, дробится и проходит вниз. Каменистые включения удаляются в отверстие корпуса вальцов.

Кварцевый песок просеивают, а плиточный бой и мел подвергаются грубому измельчению в щековой (молотковой дробилке). После измельчения поступают на просев – вибрационные грохоты. Далее все сырьевые материалы поступают на электромагнитную очистку и на хранение в бункер. Из бункера сырье поступает на дозирование (автоматические весы). Оттуда на тонкий помол в шаровую мельницу. Сюда же добавляют воду и электролиты (кальцинированная сода, жидкое стекло). Тщательно перемешиваемая смесь поступает на процеживание (вибросито). Процеженный шликер подвергается электромагнитной сепарации и далее отправляют на хранение в сборник, оборудованный пропеллерной мешалкой. После шликер транспортируют на обезвоживание в распылительную сушилку [5].

Башенная распылительная сушилка представляет собой сварную металлическую башню. Она состоит из цилиндрической части и конического днища, которое заканчивается цилиндрической горловиной с секторным затвором. Для получения теплоносителя по периметру цилиндрической части башни установлены восемь инжекционных газовых горелок. В центре крышки сушилки находится взрывной клапан диаметром 800 мм. Он представляет собой тонкую алюминиевую мембрану, зажатую между двумя стальными фланцами. Мембрана разрывается при повышении давления внутри сушильной камеры и этим предохраняет от разрушения башню распылительной сушилки. Технология наглядно показана на рисунке 29.

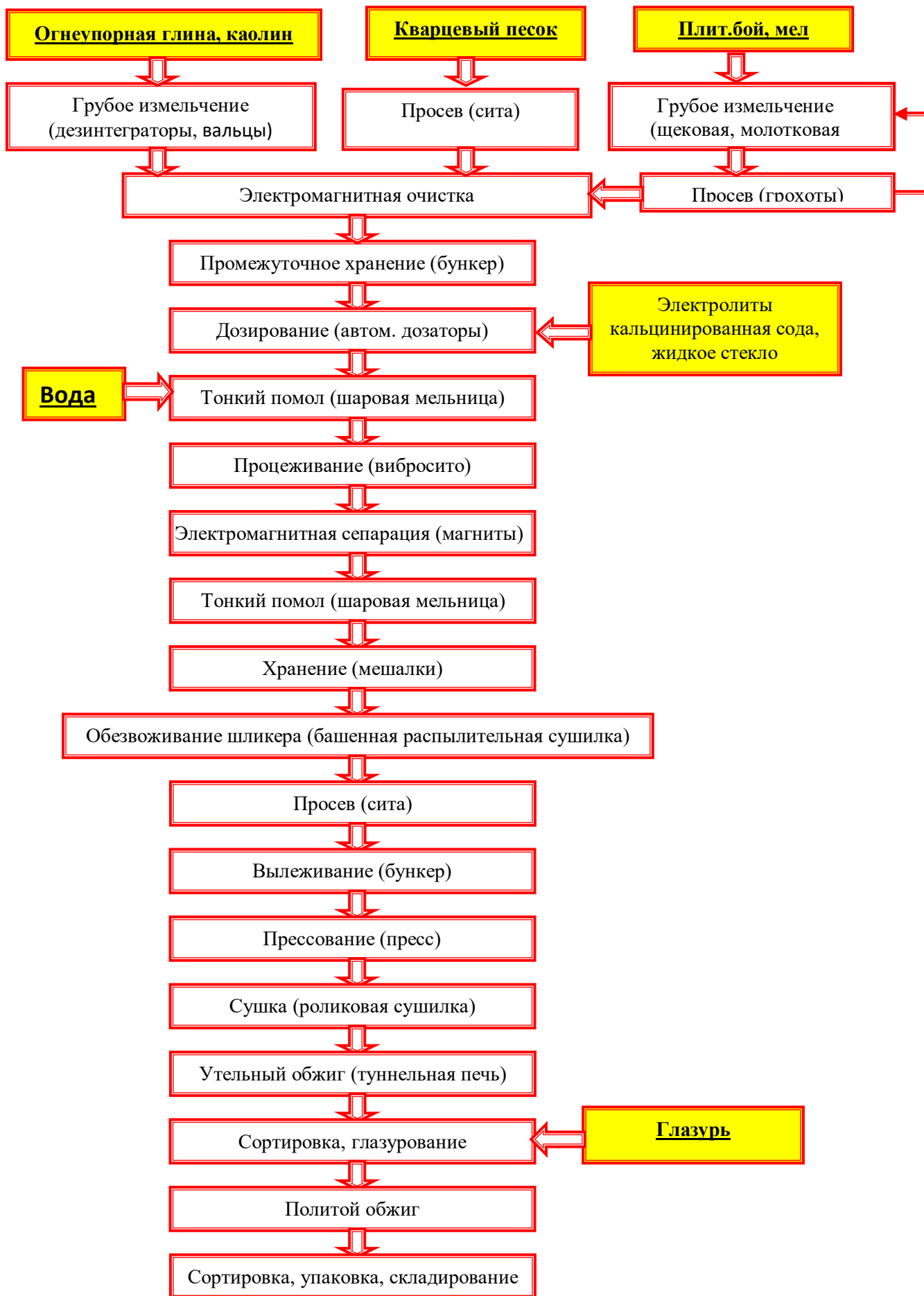


Рисунок 29 – Изготовление плитки для внутренней облицовки стен

Газ подводится к горелкам по кольцевому коллектору. Подачу газа к каждой горелке регулируют пробковыми кранами. Кроме того, на кольцевом коллекторе установлен газовый кран, с помощью которого автоматически поддерживается температурный режим в башне сушилки.

Для распыления шликера в пределах конусной части днища сушилки от шликерного коллектора сделаны отводы внутрь сушильной камеры. Отводы заканчиваются резьбой, на которую накручены форсунки распыления шликера внутри камеры с диаметром сопла 1,5 – 2,1 мм. Форсунки направлены вертикально вверх. Шликер подается в форсунки под давлением 1 – 1,2 МПа. Факелы распыла шликера по диаметру и высоте меньше диаметра и высоты сушилки, что исключает попадание шликера на стенки и крышку сушилки и налипание шликера на них [5].

Продукты сгорания газа попадают в сушильную камеру из туннельных насадок горелок и равномерно обогревают все рабочее пространство сушилки.

Суспензия выбрасывается через форсунки вверх с влажностью 40 – 50%, а затем, падая вниз, в среду с температурой 300 – 400°C, высушивается, превращаясь в зерна крупностью до 1 – 1,5 мм и влажностью до 7%.

Капельки шликера, вылетая из форсунок и попадая в нагретое рабочее пространство, быстро отдают влагу и в виде шариков оседают в коническую часть днища и через секторный затвор высыпаются на ленточный конвейер. один из трех или все три вибратора, смонтированных снаружи конического днища.

В конусном днище ниже форсунок установлен вытяжной зонт с патрубком для удаления из сушилки отработанных газов и испаренной влаги. Вытяжной патрубок подсоединен к малогабаритному циклопу-промывателю, который в свою очередь подключен к центробежному вентилятору.

Для наблюдения за работой горелок и форсунок в стенах сушильной камеры сделаны два люка со смотровыми окнами и устройство для освещения рабочего пространства сушилки.

Сушилка оборудована системой автоматического регулирования, обеспечивающей стабильность работы сушилки и выдачу готового пресс-порошка заданной влажности.

Полученный в распылительной сушилке порошок обладает большой текучестью, что облегчает его передачу самотеком, с помощью течек. Порошок из распылительной сушилки имеет стабильный гранулометрический состав и равномерную влажность. При этом уменьшается такой дефект, как слоистость.

Далее обезвоженный шликер подвергается просеву и электроочистке. Затем порошок вылеживается в бункерах не менее 8 ч, в противном случае затрудняется прессование: появляются срывы на лицевой поверхности (для устранения этого дефекта хромируют верхний пуансон пресса, а пресс-формы подогревают до 50 – 60°C). После перемешивания порошок отправляют на прессование.

Плитки прессуются на прессах. За каждое прессование прессуется две плитки, пресс делает 14 – 15 ударов в минуту. Плитки прессуются в два приема с паузой для удаления воздуха из массы. Первичное давление при Прессовании 3,5 – 4,5 МПа, вторичное 10 – 12 МПа (по манометру пресса).

Механическая прочность отпрессованной плитки на изгиб должна быть не менее 0,6 МПа.

Отпрессованные плитки из пресса по две поступают на тексронный конвейер, на котором щетками очищается лицевая поверхность плиток. Дальше, на ленточном конвейере, отправочным устройством с плитки снимаются заусеницы. Затем плитка направляется на приемно-распределительное устройство, на котором при помощи автострелок два потока плиток разделяются на шесть. Затем отправочным устройством снимаются заусеницы с двух других сторон плиток и лицевая поверхность обдувается воздухом [6].

По роликовому конвейеру или втулочно-роликовым цепям плитки поступают в сушилку. Сушилка отапливается микрофакельными инжекционными горелками. Температура сушки 200 – 280° С. Скорость движения плиток по сушилке – 1,3 м/мин, время; прохождения от пресса до обжига 9 – 10 мин. Остаточная влажность, плиток после сушки менее 0,5%.

Высушенные плитки поступают на роликовый конвейер щелевой (печи для уфельного обжига. После обжига плитки охлаждаются до 40 – 60° С в дулирующих коробах и поступают в глазуровочную машину. Глазурь наносится методом распыления или полива. Расход глазури на плитку 8 – 12г.

При глазуровании распылением плитки двигаются шестью потоками и также поступают во вторую щелевую роликовую печь на политой обжиг.

При производстве декорированных плиток на участке прохождения плиток в один поток на конвейере включаются устройстве для нанесения цветных глазурей или рисунка. Число таких устройств 4 – 8 па одном потоке. Рисунки наносятся методом сериографин (печати через трафаретную сетку), накатки рифленным валиком и другими способами.

Составные части глазурной фритты измельчают и перемешивают. Фритту варят во вращающихся печах периодического действия [5].

Фриттоварочная вращающаяся печь периодического действия представляет собой металлический барабан 1, футерованный огнеупорным высокоглиноземистым кирпичом. Барабан периодически (через 8 – 12 мин) вращается на опорных роликах 2 и 3 на 90 – 120°. Привод) включается автоматически с использованием реле времени. В торцовых частях барабана сделаны отверстия, через одно из них подается горячая газовая смесь из горелки, а с противоположной стороны отбираются дымовые газы.

На рисунке 30 представлена схема приготовления глазури.

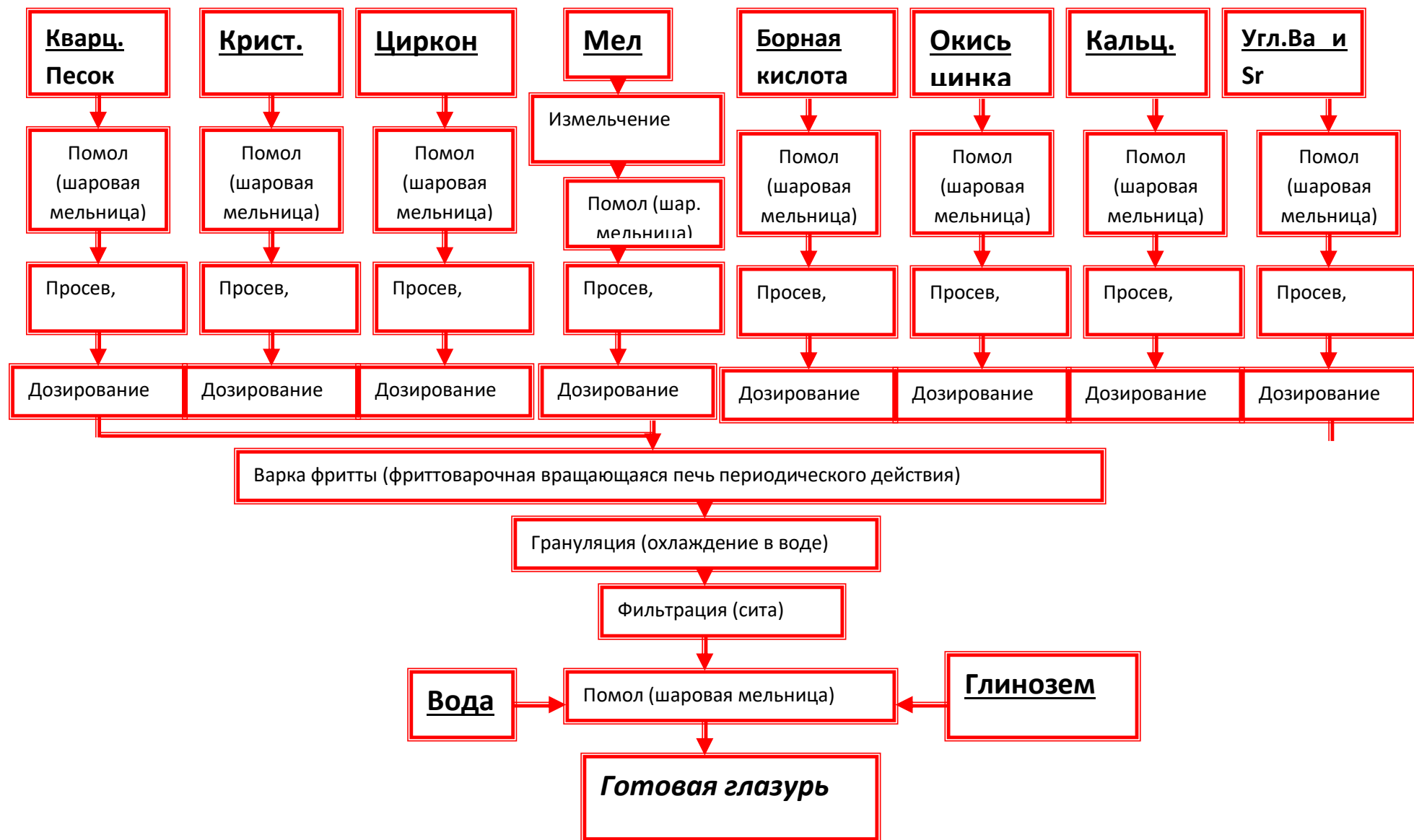


Рисунок 30 – Технологическая схема приготовления глазури

Перед загрузкой шихты печь нагревают до 700 – 800°С. Порцию шихты (500 – 600 кг) загружают через боковой люк кубелем. Затем включают горелку и доводят температуру печи до 1300 – 1500° С.

Фритту варят 6 – 8 ч в зависимости от состава. Готовая фритта через боковой люк по охлаждаемому водой лотку сливается в холодную воду для грануляции.

Хорошо сваренная фритта должна быть прозрачной без видимого непровара (нитка стекла должна тянуться без узелков).

Недостаток вращающихся печей периодического действия – их невысокая производительность и значительный расход топлива.

Полученная гранулированная фритта вместе с добавками измельчается с водой в шаровой мельнице тонкого помола и в пиле глазурного шликера подается для глазурования изделий.

Нанесение глазури. Глазурь наносят на изделие распылением.

При глазуровании изделий распылением глазурную суспензию наносят сжатым воздухом через форсунки или с помощью дисковых центробежных распылителей [6].

С помощью форсунок изделия глазуруют в камерах, находящихся под разрежением. Камеры устанавливают в разрывах транспортных конвейеров, на которых перемещаются изделия. При этом форсунки совершают в камере возвратно-поступательное движение, перпендикулярно направлению движения изделия или круговое и покрывают изделие тонким слоем глазури.

Падающие мимо изделий, капельки глазури улавливаются в нижней части камеры и направляются для повторного использования, а оставшиеся в воздухе засасываются циклоном или электростатическим осадителем.

Декорирование. Декорирование, т. е. нанесение на изделие рисунка, выполняют подглазурными, надглазурными красками, цветными глазурями, глазурями с металлическим отливом (люстрами), растворами красящих окислов. В производстве керамических плиток распространен способ сериографии.

Сериография — нанесение на изделие рисунка с помощью тонкой шелковой или нейлоновой сетки, на которой фотоспособом выполнен трафарет. На станках мастика с керамическими красителями продавливается сквозь трафарет на изделие, после чего изделие обжигают для закрепления рисунка [5].

Затем, в процессе перестроения плитки проходят по влажному поролоновому конвейеру, па котором, притормаживаясь направляющим очищаются от глазури на тыльной стороне.

Очищенные плитки направляются в печь политого обжига.

Готовая плитка сортируется, упаковывается и отправляется на склад готовой продукции.

11 Технология изготовления глазурованной плитки методом литья

Процесс производства глазурованной керамической плитки методом литья включает следующие операции (рисунок 31):

- приготовление шликера (разделительного и основного);
- литье плиток на лещадках;
- подсушку;
- глазурование и обжиг плиток;
- изготовление лещадок.

Приготовление шликера. Керамические массы, предназначенные для формования изделий методом литья, называют литейными шликерами. От обычных шликеров они отличаются тем, что влажность их примерно в два раза меньше. Если влажность обычных шликеров колеблется около 60%, то у литейных она составляет от 30 до 35%. При этом подвижность и текучесть их такова, что они при заливке в форму даже сложного профиля полностью заполняют ее. Такая подвижность шликеров при сравнительно, невысокой влажности обуславливается способностью глин разжижаться под действием электролитов.

В качестве электролитов используют соду, жидкое стекло, некоторые дубильные экстракты, сульфитно-спиртовую барду и другие поверхностно-активные вещества, которые, будучи введены в состав керамической массы в очень небольших количествах (десятых долях процента), разжижают ее.

Готовят литейные шликеры прессовым и беспрессовым способом.

Для получения шликера прессовым способом используют фильтр-прессовые прянки.

С помощью коржержки фильтр-прессовые прянки нарезают па отдельные куски, которые загружают в пропеллерную или горизонтальную мешалку, а затем заливают водой, содержащей электролиты (0,3% соды, 0,6% жидкого стекла и др.), и тщательно перемешивают до полного распускания массы в воде и превращения ее в литейный шликер влажностью 30—35%.

Шликер мембранным насосом перекачивают в тихоходные мешалки, в которых его выдерживают при постоянном перемешивании в течение 2—3 дней, после чего используют для литья изделий.

Беспрессовый шликер готовят непосредственно из сырьевых материалов по следующей схеме: предварительно подготовленные и измельченные непластичные материалы после весовой дозировки подвергают тонкому помолу в шаровых мельницах (рис.2) при полном, требуемом для шликера, количестве воды. Когда необходимая тонкость помола достигнута, в мельницу вливают раствор электролитов и туда же загружают соответствующее количество предварительно измельченных на стругачах или вальцах пластичных материалов (глин и каолинов). Совместный помол всех материалов продолжают до полного суспендирования глин и каолинов, что обычно достигается в течение 1 ч.

Шликер процеживают через вибросито, пропускают через электромагнит и перекачивают в тихоходные мешалки, где выдерживают при медленном перемешивании подобно прессовому шликеру, после чего используют для литья изделий.

Формование методом литья. Исходя из содержания воды, в формовочной массе различают следующие основные способы формовки: способ литья (содержание воды 25–34%); пластический способ (воды 16–25%) – это свободная лепка, формование на гончарном круге, ручной оттиск в форме, формование по вращающейся гипсовой форме с помощью шаблона или ролика; полусухой способ (7–16% влажности); сухой способ (2–7% влажности).

Формование основано на методе литья. Этот способ широко применяется в производстве художественных керамических изделий, что объясняется возможностью изготовления изделий самой разнообразной формы (посуда, вазы, скульптуры, сувениры и др.) и простотой процесса, не требующего сложного оборудования.

Литьё керамических изделий ведётся в гипсовых формах с толщиной стенок 5–10 см (рис. 4). Гипс обладает высокой водопоглощаемостью (35%) и достаточной механической прочностью. Кроме того, гипсовая форма особенно четко и точно отражает очертания модели, которую она призвана воспроизводить.

Процесс литья основан на способности пористой формы всасывать в себя воду из жидкой керамической массы с образованием на внутренней поверхности формы более плотного слоя массы толщиной до 2–10 мм. Толщина слоя отливки зависит от времени набора слоя и свойств литейного шликера (влажности, пластичности и гранулометрического состава).

Шликер консистенции густых сливок заливают в гипсовую форму, причём спустя некоторое время в результате отдачи воды гипсовой форме, последняя сосредоточивает на своей внутренней поверхности частицы шликера, не способные пройти сквозь её поверхность, в результате чего происходит так называемое «насосывание черепка». При этом масса постепенно затвердевает, размеры формуемого изделия сокращаются и получаемый полуфабрикат легко отделяется от формы.

Следует отметить, что изделия, отформованные литьём, отличаются рыхлостью и дают большую усушку.

После каждой отливки гипсовая форма направляется на сушку.

Различают два способа литья: сливной и наливной.

Сливной метод применяют преимущественно для отливки тонкостенных изделий. Этот метод состоит в том, что залитый в гипсовую форму шликер выдерживают в ней некоторое время для образования на внутренней поверхности формы корки необходимой толщины, после чего избыток шликера сливают.

Сливным способом можно отливать полые изделия сложной конфигурации, используя при этом разъёмные формы, а иногда приходится

отливать изделие по частям, нередко сочетая сливной и наливной методы формовки с последующим склеиванием этих частей, как, например, при формовке кувшинов, чайников, скульптуры и др.

Наливной метод формовки применяют преимущественно для отливки толстостенных изделий. В форме при этом образуются обе поверхности изделий: внешняя и внутренняя. Шликер из формы не выливается, а постоянно по мере всасывания пополняется до верхнего уровня. Наливной способ особенно широко применяется в производстве санитарной керамики.

Сушка изделий. Все отформованные изделия необходимо хорошо просушить. Сушка изделий обычно разделяется на два периода. Первый – подвялка изделий. В этом периоде сушка осуществляется до кожетвердого состояния массы. Влажность изделия в результате подвялки составляет около 18%. После подвялки во многих случаях (в зависимости от характера керамического материала) непосредственно идет оправка изделия. Второй период – окончательная сушка до влажности 2–6%. Для создания рационального режима сушки в каждом конкретном случае необходимо учесть вид керамической массы, характер отформованного изделия, его размеры, толщину, конфигурацию.

Жирные пластичные глины в силу большей чувствительности к сушке легко подвержены короблению и потрескиванию. В этом случае в массу следует добавить определенное количество отошающих материалов, понижающих плотность такой массы и увеличивающих соответственно её капиллярность, что способствует облегчению диффузии влаги из внутренних слоёв массы.

Электролиты, добавленные в небольшом количестве в керамическую массу при её затворении водой, способствуют улучшению сушки. В этом случае используют электролиты двух типов: силикат (Na_2SiO_3) и сода (Na_2CO_3).

Трещины в результате сушки (сушильные трещины) появляются вследствие значительного перепада влажности внешних, а также внутренних слоёв сырца, и проявляются они в конечном периоде сушки, когда этот сырец твердеет. В толстостенных изделиях вероятность возникновения трещин большая, чем в тонкостенных, так как скорость передачи влаги с внутрилежащих слоёв к поверхности здесь может сильнее отстать от скорости испарения влаги с поверхностных слоёв.

Следует отметить, что трещины образуются при сушке не только за счет напряжений, возникающих в результате перепада влажности. Они могут возникать, как следствие плохой обработки массы, когда последняя получается неоднородной и содержит комки, твердые включения и т.д.

Для получения качественной сушки необходимо: достичь скорости внутренней диффузии, равной внешней, направить на сушку сырец из хорошо обработанной массы с возможно меньшим влагосодержанием, вводить отошающие добавки для снижения воздушной усадки, повышать капиллярность массы введением электролитов и отошающих добавок.

Для сушки применяют в основном непрерывного действия конвейерные и туннельные сушилки.

В конвейерных радиационных сушилках изделия сушат на конвейере с движущейся проволочной сеткой шириной 1,1 м. В открытой части конвейера сетка передвигается па роликах, а в закрытой — на чугунных плитах, являющихся подом сушилки. На своде установлены излучающие горелки и трубопровод для отбора горячих газов, соединенный с общим трубопроводом.

Горелки (панели) имеют температуру 800° С, изделия нагреваются до 130—150° С. Это позволяет устанавливать сроки сушки для изделий от начальной влажности 6—10% до конечной 0,5—1 % 6—17 мин в зависимости от формы изделия.

Режим регулируют таким образом, чтобы влажность выходящих плиток не превышала 0,5—1 %.

Пламя горелок должно быть устойчивым, спокойным и голубого цвета. Керамические секции горелок при установившемся режиме должны иметь одинаковый накал. Места входа и выхода конвейера (сетки или цепи) должны быть максимально уплотнены.

Во время работы камера радиационной сушилки должна находиться под разрежением.

Перед пуском сушилки проверяют плавность хода и натяжение несущих цепей (сетки), состояние вентилятора путем проворота вручную ротора, исправность горелок (керамические элементы, имеющие трещины и сколы, заменяются); наличие в редукторе достаточного количества масла и смазку всех трущихся узлов; свободное вращение роликов. Затем включают вытяжной вентилятор либо открывают дроссель вытяжной трубы и продувают камеру сушилки. Включают электродвигатель движения несущего органа и зажигают запальником часть горелок.

Во время работы следят за горелками, не допуская появления факела; соблюдением нужного режима, наблюдая за показаниями контрольно-измерительных приборов; давлением газа, поступающего к горелкам; плавностью движения сетки или цепи; своевременной уборкой упавших плиток.

Одно из существенных преимуществ конвейерных сушилок — поточность процессов сушки и непрерывность в работе, что позволило широко использовать их в поточно-конвейерных линиях для производства керамических плиток.

Обжиг керамической плитки. В процессе обжига керамическая масса приобретает прочность, стойкость против внешних воздействий и ряд других физико-механических свойств, обуславливающих ее переход в камнеподобное состояние.

Главной задачей обжига является закрепление формы изделия и придания ему всех свойств, определяющих его назначение.

В зависимости от назначения и характера керамического материала его обжиг можно вести в один прием или в несколько приемов.

Первый обжиг – утильный – сводится к закреплению формы изделия и к приобретению материалом всех основных, присущих ему свойств.

Второй обжиг – политой или глазурный – закрепление глазури на материале, а для фарфора – приобретение присущих ему основных свойств, которые не были получены при первом обжиге.

Третий обжиг – красочный или декоративный – закрепление на глазурованном материале надглазурной росписи. Этот обжиг может быть и многократным, в зависимости от количества и характера красок, наносимых на обожженный глазурованный материал.

Обжиг разделяют на 3 периода: подъём температуры – нагревание, выдержка при постоянной температуре и снижение температуры – охлаждение. В зависимости от материала, особенностей печи и садки обжиг проводят по определённому режиму, под которым понимают скорость подъёма и снижения температуры, температуру и время выдержки. Большую роль для некоторых керамических материалов играет среда обжига. Окислительную среду создают, обеспечивая свободный доступ воздуха, восстановительную – недостатком воздуха в печи (в случае газовой печи) и нейтральную, если доступ воздуха минимален. Среда оказывает большое влияние на химические процессы, происходящие в обжигаемом изделии, меняет его цвет и другие свойства. Большинство керамических изделий обжигают в условиях свободного доступа воздуха, т.е. в окислительной среде.

Физический смысл стадии обжига керамики заключается в процессе спекания – образования из отдельных дисперсных частиц, связанных в отформованном изделии прослойками технологической связки, монолитного плотного поликристаллического тела. После обжига изделие приобретает свои основные свойства: механическую прочность, твёрдость, необходимый цвет; форму изделия уже нельзя изменить, не разрушая его.

При обжиге керамических масс имеют место сложные физические, химические и физико-химические процессы. В процессе обжига черепок претерпевает следующие изменения: 110°C – происходит удаление свободной влаги; 250–300°C – выгорание органических примесей; 400–600°C – дегидратация глины – удаление химически связанной воды; свыше 600°C – плавление легкоплавких минералов – плавней (600–1100°C).

Обжиг изделий проводят в печах различной конструкции: в муфелях с рабочим пространством, защищённым от нагревателей огнеупорным коробом, в горнах – печах с рабочим пространством в виде шахты, в туннельных печах с рабочим пространством в виде туннеля и других. Печи различаются также по виду топлива. Широко распространены печи электросопротивления со спиральными нагревателями из металлических сплавов или с нагревателями из керамических стержней различной формы

(карбидкремниевых, хромитлантановых и др.), а также печи с газовыми горелками.

Контроль над температурой в печи осуществляют различными способами, из которых самый распространённый – контроль с помощью термопары. Термопара представляет собой металлическую проволоку из особых сплавов, две жилы которой спаяны, и спай помещён в контролируемую зону печи. Свободные концы проволоки выведены за пределы нагреваемой зоны и соединены с прибором, показывающим преобразованный сигнал, поступающий от спая термопары. Термопара, находящаяся в печи, спрятана в огнеупорный чехол, защищающий её от агрессивной среды печи.

Щелевая печь представляет собой туннель с рабочим сечением печного канала шириной 0,9 – 1,5, высотой 0,4 – 0,6 м. Для удобства эксплуатации печь разделена на секции длиной до 3 м.

Во время работы печи следят за показаниями приборов, соблюдая заданный температурный режим, за качеством поступающих полуфабрикатов и выходящей продукции. Периодически удаляют из-под роликов обломки - плиток и очищают ролики от налипшей глазури, следят за работой горелок или состоянием Нагревательных элементов. При отключении электроэнергии закрывают шиберы, входную и выходную щели печи и периодически в течение 30 мин в ручную проворачивают рольганг печи.

Сортировка. После обжига готовые изделия поступают на сортировку, где происходит заключительный контроль качества изделий. Контроль качества организован на всех стадиях производства в виде осмотра изделий после процесса литья, сушки, нанесения глазури, однако на сортировке он осуществляется наиболее тщательно. В процессе сортировки происходит визуальный осмотр всех изделий, а также контроль с помощью измерительных инструментов. Использование новейшей технологии, а также качественного сырья и современного оборудования, позволяют использовать при оценке качества изделий внутренний регламент качества.

Комплектация и упаковка. После сортировки изделия поступают на участок комплектации и упаковки. Изделием, требующим особого подхода к упаковке, является плитка. Упаковка для плитки должна быть прочной и безопасной, чтобы обеспечить целостность груза. Чаще всего для перевозок плитки используют короба, а также поддоны. Упаковка керамической плитки требует также надежной фиксации и безопасной транспортировки. Специалисты компаний должны предоставлять не только качественную упаковку для плитки, но и обеспечить оперативную погрузку керамической плитки. Кроме того, после упаковки керамической плитки в коробку, должна осуществляться быстрая и безопасная грузоперевозка в пределах заданного маршрута.

12 Технология производства ковров из литых керамических плиток

Процесс изготовления литых плиток заключается в том, что на пористую керамическую подставку последовательно наливают три слоя шликера – разделительный, плиточный и глазурный. Затем окрепшую массу разрезают на подставке на плитки заданного размера, здесь же их сушат и обжигают. Затем осуществляют набор плиток в ковры на автоматизированной конвейерной линии.

Глина и каолин, являющиеся основными сырьевыми компонентами для производства керамических материалов и плитки, в том числе добываются открытым способом. Из карьера, находящегося в непосредственной близости с заводом, глина и каолин набираются многоковшовыми экскаваторами и при помощи конвейера поступают на склады сырья (рисунок 32).



Рисунок 32 – Добыча глины

Для бесперебойной работы производства на предприятии должен быть определенный запас сырья. С этой целью на предприятии создают склады для промежуточного запаса сырья. Для разгрузки и транспортирования глины и каолина применяются склады закрытого типа [8].

Склад оборудуют мостовыми кранами с грейферным захватом, которые подают сырье в производство из любой точки склада. Хранилище такого типа особенно удобно при одновременном использовании различных видов сырья.

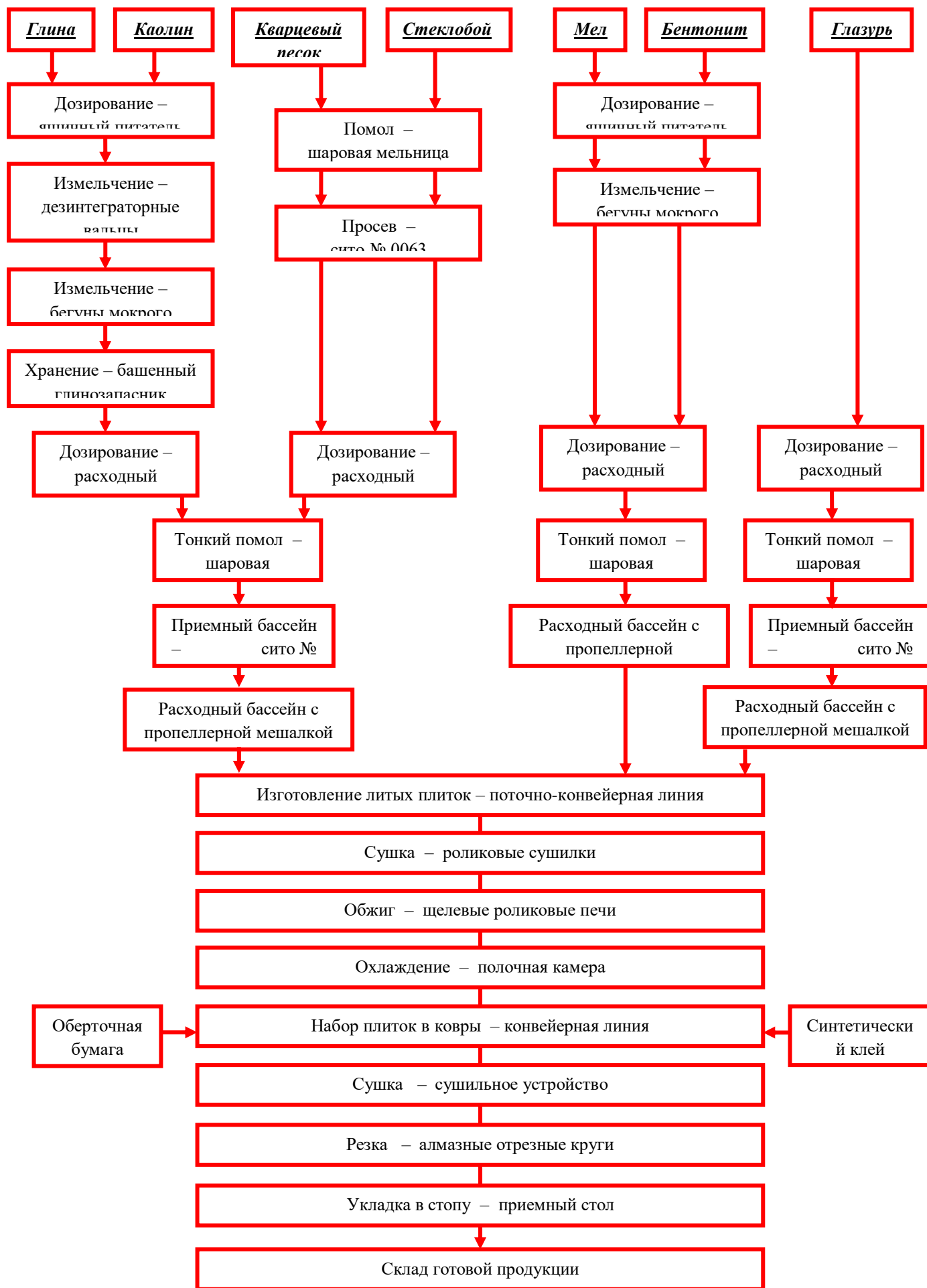


Рисунок 33 – Схема производства фасадных плиток и ковров из них

Мел, бентонит, стеклобой, кварцевый песок, циркониевые фритты, синтетический клей и оберточная бумага поступают в готовом виде на склады сырьевых материалов закрытого типа при помощи автомобильного транспорта.

Подготовка и переработка глины и каолина. Глина и каолин обрабатываются механическим способом. Механический способ заключается в том, что структуру сырья разрушают, усредняют сырье по вещественному составу и влажности за счет воздействия рабочих органов механизмов.

Глину и каолин, предназначенные для приготовления шликерного слоя литых керамических плиток, дозируют, измельчают, подвергают тонкому помолу, просеивают.

Для непрерывной и равномерной подачи глины и каолина используют ящичные питатели.

Ящичные питатели представляют собой металлические емкости, дном у которых служит резиновая лента на капроновой основе.

Питатель состоит из следующих основных сборочных единиц: каркаса, транспортера, бильного вала, привода шиберов. Сварной каркас выполнен в виде ящика, боковые стенки которого установлены с расширением внизу, что уменьшает зависание материала [13].

Транспортирующим органом питателя является резиновая лента. Опирающаяся на роликовый конвейер. Бильный вал предназначен для разрыхления, перемещения и равномерного сброса материала с ленточного конвейера в разгрузочный лоток. Привод обеспечивает вращение вала ленточного конвейера и бильного вала.

Шиберы обеспечивают дозирование компонентов шихты путем установки их на разной высоте относительно плоскости ленты конвейера. Перемещаются шиберы с помощью червячно-винтовых механизмов. Точность дозирования компонентов обеспечивается бесступенчатым изменением скорости движения ленты конвейера.

Для выделения камней и уменьшения размера кусков применяют дезинтеграторные вальцы.

Далее глина направляется на переработку массы влажностью 16 –20 % на бегуны мокрого помола. Обработка осуществляется путем раздавливания, перемешивания и растирания глиняной массы. Бегуны состоят из чаши, станины, катков, редуктора, коромысла со скребками, разгрузочной тарелки, загрузочной тетки, привода и сбрасывающей дуги [1].

Чаша представляет собой стальную отливку, в центре которой имеется отверстие для прохода вертикального вала. На плоскую часть тарели, подкрепленную ребрами, укладываются плиты двух типов с отверстиями, сквозь которые глина продавливается катками на разгрузочную тарель. Плиты с отверстиями образуют внутреннюю дорожку. Станина выполнена сварной. В ее обечайке имеется окно, через которое глина с разгрузочной тарели поступает на разгрузочный лоток (рисунок 34).

Глиняная масса, подлежащая переработке, подается во вращающуюся загрузочную течку бегунов и по двум ее рукавам направляется на внутреннюю сплошную дорожку чаши под каждый каток. Скребки направляют раздавленную на внутренней сплошной дорожке глиняную массу на внешнюю решетчатую дорожку.



Рисунок 34 – Бегуны мокрого помола

Продавленная через отверстия решеток глиняная масса падает на разгрузочную тарель. Сбрасывающей дугой глина отводится через окно в станине за пределы бегунов и попадает на конвейер, направляющий ее на дальнейшую переработку.

Далее глиняная масса поступает в глинозапасники башенного типа, предназначенный для вылеживания увлажненной глиняной массы.

Глинозапасники башенного типа представляют собой цилиндрический бункер большой вместимости, в нижней части которого смонтирован разгрузочный механизм, обеспечивающий непрерывный отбор загруженной массы и подачу ее в расходный бункер.

Башенный глинозапасник предназначен для гомогенизации и повышения качества предварительно переработанной глиняной массы и создания запаса сырья, обеспечивающего непрерывный процесс производства.

Полезная емкость глинозапасника должна быть равна суточной потребности в глине, умноженной на необходимое число дней вылеживания с соответствующим запасом на участки, занятые под загрузкой и выгрузкой [13].

Подготовка сырьевых компонентов для шликерного и разделительного слоев. Компоненты шликерного слоя загружаются в шаровые мельницы, где осуществляется тонкий помол. Помол производится до остатка 2 – 5% на сите № 0063.

Шаровые барабанные мельницы предназначены для тонкого помола компонентов керамической массы.

В качестве мелющих тел используются металлические фарфоровые шары. Барабаны футерованы плитками из каменного литья. Футеровка такими плитками служит 4-5 лет.

Сырьевые материалы для разделительного слоя подаются ящичным питателем на бегуны мокрого помола.

Затем все сырьевые компоненты подаются отдельно в расходные бункера, обеспечивающие суточный запас. Бункера оборудованы автоматическими дозаторами [13].

Приготовление шликерного, разделительного и глазуровочного слоев. Готовый разделительный шликер через вибросито сливается из шаровой мельницы в приемный бассейн с пропеллерной мешалкой, откуда насосом перекачивается в расходный бассейн, расположенный непосредственно у конвейера, где доводится до наружных параметров (влажность 78 – 82%, плотность 1,1 – 1,15 г/см³).

Шликер основного плиточного слоя готовится в шаровых мельницах периодического действия в два приема.

Шаровая двухкамерная мельница предназначена для измельчения строительных материалов малой и средней твердости. Мельница состоит из барабана, загрузочной и разгрузочной частей, роликкоопор, кожуха разгрузки и привода.

Внутри футерованного барабана имеется межкамерная перегородка, разделяющая его на две камеры – предварительного и тонкого помола. Два люка барабана служат для загрузки и выгрузки мелющих тел, установки и перестановки футеровки. Внутренняя поверхность загрузочной крышки защищена броневыми плитами, а на разгрузочной крышке закреплены решетка и лопасти подъемника, облегчающие разгрузку готового продукта. Мельница загружается материалом через приемную воронку. Поступивший материал измельчается мелющими телами и перемещается от загрузочного конца к разгрузочному под давлением.

Шликер из мельницы сливается в приемный бассейн, проходя световую очистку на сите № 056. Неразмолотое стекло, оставшееся на сите после очередного слива основного шликера. Снимается с сита и засыпается в каждую последующую загружаемую мельницу во вторую загрузку.

Затем шликер перекачивается в расходный бассейн с пропеллерной мешалкой. Влажность основного шликера составляет 26 – 28%, плотность 1,83 – 1,85 г/см³.

Пропеллерные мешалки предназначены для перемешивания во взвешенном состоянии литейных шликеров.

Мешалки имеют сварную раму, на которой закреплены корпус подшипникового узла и привод. На конце вертикально консольного вала смонтирован лопастной винт, являющийся рабочим органом мешалки.

Для получения глазуровочного слоя – сначала производится помол в шаровых мельницах. Влажность глазурного шликера 40%. Продолжительность помола 28 – 30 часов. Помол проводится до остатка 0,1 – 0,8% на сите № 0063. Затем, полученная масса подается в приемный бассейн, оборудованный ситами № 0125-01, затем перекачивается в расходный бассейн, где доводится до плотности 1,5 – 1,54 г/см³.

Разделительный слой готовится аналогично – подвергается измельчению в шаровых мельницах, затем поступает в расходный бассейн с пропеллерной мешалкой [13].

Изготовление литых плиток. На литейном конвейере последовательно установлено устройство для подачи лещадок, нанесения разделительного слоя, основного плиточного шликера и глазури.

Толщина наносимых слоев колеблется в пределах от 0,07 до 4 мм.

Лещадки впитывают влагу из залитого в них шликера и отдают эту влагу в сушилках. Подвергаясь многократному нагреванию и охлаждению в процессе обжига литых плиток, лещадки должны обладать прочностью, пористостью и термостойкостью.

При поливе каждый последующий слой наносится в момент исчезновения зеркала влаги с предыдущего слоя и не позднее 10 секунд после этого. Лещадки играют важную роль в производстве литых плиток.

После исчезновения зеркала влаги глазурного слоя лещадка поступает на зачистное устройство, а затем в резательное устройство, где дисковыми ножами нарезается плитка [1].

Сушка керамических плиток. Сушку плиток производят в роликовых сушилках, при котором влага испаряется вследствие теплообмена между изделием и теплоносителем. Изделие сушится до содержания влаги 5 – 7% [13]. Продолжительность сушки составляет 22 минуты при температуре 180 – 340 °С. Сушилка трехсекционная, с газовым отоплением. Лещадки движется в три ручья по роликам, переходя затем в печь. После третьей секции сушилки на открытом участке роликового конвейера установлены вращающиеся металлические щетки с аспирацией для очистки тыльной стороны лещадки от остатков шликера.

Обжиг керамических плиток. Обжиг литых керамических плиток осуществляется в щелевых роликовых печах. В процессе нагрева при различных температурах в материале керамических изделий происходит ряд сложных физико-химических явлений, вызывающих изменение его свойств.

В интервале температур 0 – 150°С происходит досушка сырца. Оптимальная влажность загружаемого в печь сырца 2–6%. Для предотвращения появления трещин при досушке увеличивают скорость газового потока (при умеренном повышении его температуры).

Печь работает при температуре 1030 – 1060 °С. Продолжительность обжига составляет 33 минуты. Печь отапливается газом. При использовании инжекционных горелок.

После печи лещадка поступает в полочную камеру охлаждения. При выходе из камеры охлаждения с лещадок снимается плитка, рассортировывается и передается на наклейку в ковры [13].

Набор ковров из литых керамических плиток. Набор ковров с неориентированным расположением литых плиток организуется на самостоятельной автоматизированной конвейерной линии.

Управление линией осуществляется с пульта.

Плитки засыпают в ковш подъемного скипа, из которого они подаются в приемный бункер, а затем ленточным питателем – на ускоряющий конвейер.

Над конвейером установлен сеточный механизм, который распределяет плитки в один слой. С ускоряющего конвейера плитки ссыпаются на сеточные (состоящие из трех ступеней) ориентаторы, которые переворачивают плитки лицевым глазурированным слоем вверх.

Далее плитки подают на наклонный вибростол с боковыми ограничивающими направляющими.

Плитки, которые не перевернулись лицевым слоем вверх, поступают в емкость для последующего возврата в приемный бункер линии.

На вибростоле плитки укладываются вплотную одна к другой в один слой, ссыпаются на наклонную часть сеточного конвейера, а затем попадают на барабан для фиксации набранного слоя.

При дальнейшем движении плитки соединяются с бумагой, на которую специальным устройством намазывается клей, поступающий из емкости.

Плитки приклеиваются к бумаге лицевой стороной. Пройдя под прижимным устройством, лента ковра направляется в сушильное устройство.

После сушки ковры разрезаются вдоль и поперек тремя алмазными отрезными кругами АОК 200 –1,2 – 5 одновременно по плиткам и бумаге.

Барабан предотвращает провисание ковров при поперечной отрезке. После продольной отрезки специальным устройством ковры переворачиваются таким образом, чтобы плитки располагались сверху (тыльной стороной).

Длина готовых ковров регулируется преобразователем. После резки ковры попадают на приемный стол, а затем их вручную складывают в стопу на поддонах на столе [13].

Со стола их снимают и отправляют на склад готовой продукции, откуда ковры из литых керамических плиток поступают заказчику.

13 Технология производства керамической черепицы

Технологическая схема производства предполагает установление необходимых технологических операций и рациональных приемов их осуществления [14].

Основу технологии производства керамической черепицы традиционно составляют три стадии: подготовка сырья, формовка черепка и обжиг. Все три стадии очень важны для получения на выходе качественной продукции.

Получение сырья. Важнейшим для качества керамики является чистота глины, добываемой из карьеров. Главные вредители черепицы это известковые вкрапления в глину. Именно они уменьшают количество циклов заморозания, которое может выдержать керамическая черепица. Поэтому производители выбирают для производства карьеры с самой чистой глиной. Чаще всего они находятся во владении у производителей [1].

Разработка месторождения включает в себя следующие виды работ: подготовительные – вскрытие месторождения, устройство водоотводных каналов и подъездных дорог к карьеру; вскрышные – снятие и удаление растительного слоя почвы и всех непродуктивных слоев; добычные – выемка глины из массива и погрузка ее на транспортные средства с помощью одноковшовых экскаваторов; транспортные – доставка глины в производственный цех или к местам вылеживания и хранения автомобильным транспортом (рисунок 35).

Для получения однородного сырья и улучшения его качества очень важно добиться усреднения породы, что достигается путем использования складов для его хранения, которые находятся непосредственно на территории завода.



Рисунок 35 – Склад глины

Шамот доставляется с завода автомобильным транспортом к месту производства.

Подготовка сырья. Со склада сырьевых материалов глина подается на дозирование в ящичный питатель. Принцип работы ящичного питателя заключается в том, что над пластинчатой лентой питателя устанавливается ящик, днищем которого является лента питателя, а перегородки образуют емкости, заполняемые материалом (рисунок 36).



Рисунок 36 – Ящичный питатель

При движении ленты материал из-под перегородок движется в виде двух слоев, толщина которых зависит от высоты подъема соответствующих перегородок.

Глина требует разрушения природной структуры с удалением или измельчением непластических материалов, что осуществляется в камневыделительных вальцах [11].

Камневыделительные вальцы предназначены для грубого помола глины и выделения каменистых включений. Вальцы состоят из гладкого вальца, ребристого вальца, привода гладкого вальца и ребристого вальца, рамы, устройств для защиты валков от перегрузки, для очистки гладкого и ребристого валков.

Валки вращаются на встречу друг другу. Зазор между ними регулируется перемещением гладкого вальца в направляющих рамы.

Для окончательной переработки глиняной массы и получения ее однородности используются вальцы тонкого помола.

Вальцы тонкого помола предназначены для помола керамической массы путем раздавливания и протирания материала за счет различной окружной скорости валков, вращающихся на встречу друг другу.

Вальцы состоят из быстроходного и тихоходного валков, станины, стяжного и предохранительного устройств, приводов валков, приспособления для очистки поверхности валков от глиняной массы, устройства для шлифования поверхности валков.

На рисунке 37 представлена схема производства керамической черепицы.

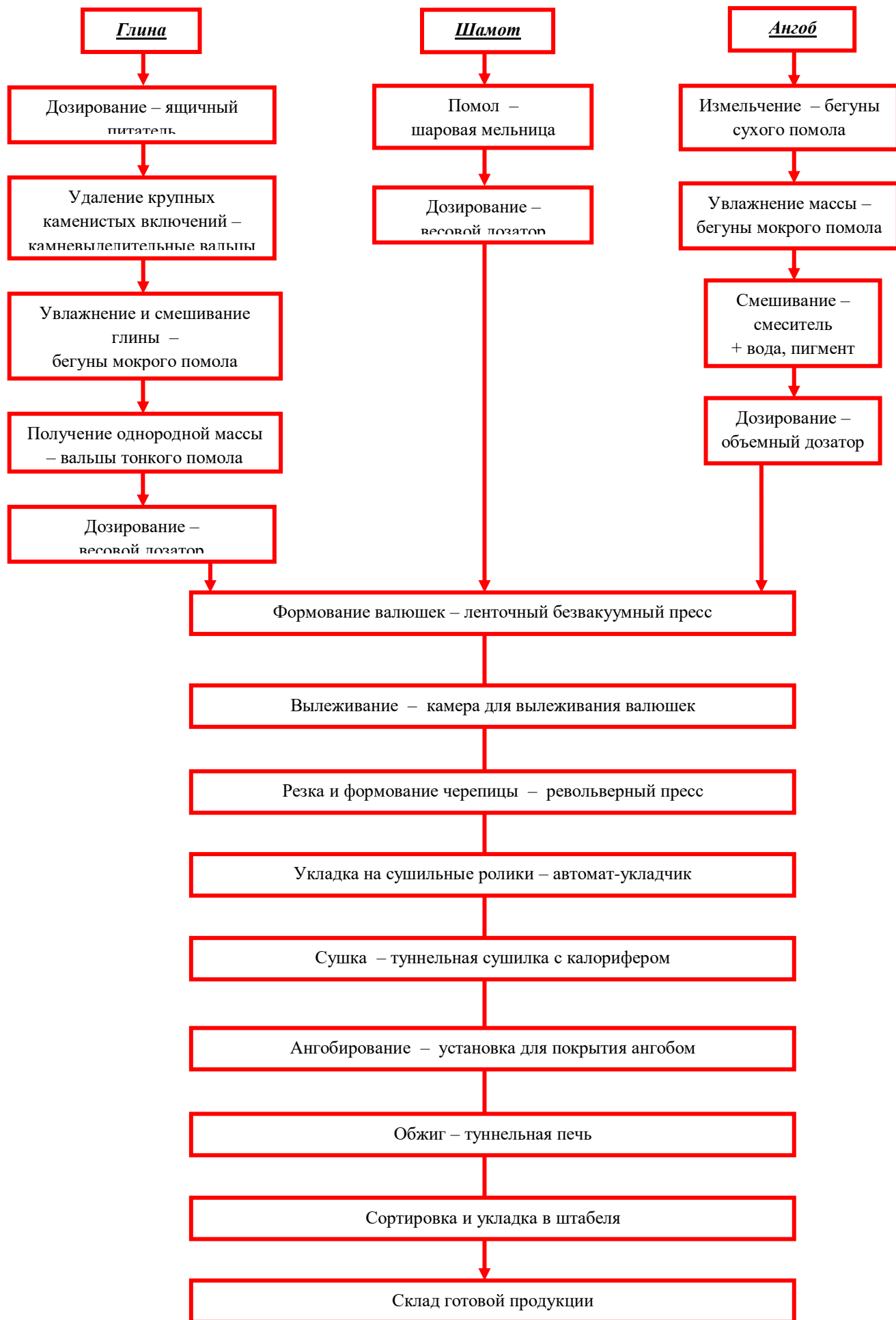


Рисунок 37 – Технологическая схема производства керамической черепицы

Керамическая масса поступает в межвалковый зазор и увлекается поверхностью валков по направлению к минимальному зазору, равному 1 мм. Давление, воздействующее на массу, вблизи минимального зазора достигает очень больших значений [8].

В процессе эксплуатации в средней части поверхности валцов зазор увеличивается, в то время как по краям он остается на установленном уровне. Назначение шлифовального устройства в том, чтобы по всей длине валков поддерживать постоянный межвалковый зазор [7].

Шамот направляется в шаровую мельницу для тонкого измельчения компонентов керамической массы. Цель тонкого помола – увеличение химически активной поверхности материала. Это необходимо для облегчения взаимодействий сырьевых компонентов с водой, для увеличения скорости процесса.

Ангоб подвергается измельчению в бегунах мокрого помола, а затем в бегунах сухого помола. Далее направляется в смеситель, куда одновременно поступает вода и пигмент нужного цвета. Таким образом ангоб достигает влажности 30 – 40%.

Формование и вылеживание валюшек. Глина и шамот дозируются весовыми дозаторами подаются в ленточный безвакуумный пресс для формования валюшек (рисунок 38).



Рисунок 38 – Транспортировка глины и шамота на дозирование

Безвакуумные ленточные прессы используются при пластическом формовании глиняных изделий. В этом прессе корпус имеет цилиндрическую форму. С целью предохранения внутренней поверхности корпуса прессы от износа его облицовывают листовой сталью, образующей съемную металлическую рубашку.

Внутри корпуса между выпорной и винтовой лопастями в поперечном направлении закреплены два штыря, препятствующие проворачиванию массы. Корпус и прессовая головка имеют люки для осмотра и чистки.

Далее полученная масса направляется в камеры для вылеживания валюшек. Камеры предназначены для усреднения состава валюшек [1].

Камеры для вылеживания валюшек полностью механизированы. Загрузка и выгрузка валюшек осуществляется на вагонетках с подъемной платформой и специальным поддоном для их укладки.

Формование черепицы. Формование черепицы осуществляется при помощи револьверного пресса.

Весь цикл прессования совершается при непрерывном вращении стола. При этом осуществляется двустороннее двухступенчатое прессование. Станина пресса состоит из нижней и верхней массивных плит, соединенных между собой стенками, через которые проходит центральная колонна.

На нижней плите помещены поршни гидравлического уравнителя давления, что обеспечивает регулировку давления без остановки пресса. К поршням крепят штампы с обогревательными элементами. Внизу поршни имеют прессовые ролики, катящиеся при вращении стола по направляющим.

Верхние штампы имеют прессующие ролики. Надетые на ось и расположенные в углублении поршня; на выступающие концы осей надеты боковые ролики, которые при набегании на сектор заставляют поршни подниматься.

Прессовые коробки стола пресса заполняют массой при помощи специального загрузочного устройства [1].

Рабочий процесс состоит из следующих стадий: наполнения формы массой, уплотнения массы тяжестью поршня, прессования при низком давлении, освобождения массы от воздуха за счет опускания на 20 мм нижнего поршня, прессования под высоким давлением, выталкивания сырца, удаления его со стола направляющей на роликовый транспортер и начала засыпки в форму.

Сушка изделий. Для сушки керамической черепицы используется туннельная сушилка с горизонтально-поперечным движением теплоносителя.

Готовность сырца для обжига определяют по потере в весе (путем взвешивания контрольных образцов) или по внешнему виду, главным образом по цвету; нормально сырец после сушки должен иметь влажность 7—8%.

Туннель имеет три зоны, отличающиеся по параметрам агента сушки. В каждой зоне имеется самостоятельное калориферное отопление, которое позволяет поддерживать температуру в каждой зоне в соответствии с требованиями режима.

Установленные в боковых стенках вентиляторы создают в каждой зоне поперечную циркуляцию. Сырец и воздух движутся в одном направлении, при этом нагрев воздуха постепенный, а температура воздуха повышается по мере продвижения вагонеток [1].

Ангобирование высушенных изделий. После того, как черепица высохла, ее отправляют на конвейер, на котором ей придадут цвет. Цвет придается двумя основными способами: ангобированием и глазурированием.

Ангоб – жидкая глина, с содержанием земельных минералов, которые дают цвет. Глазурь – покрытие, содержащее очень большое количество кварца. Есть и другие способы окраски, но они, обычно принципиально схожи с вышеописанными. Натуральным цветом черепицы является красный. Черепица, которая останется натурального цвета пропускает этап окраски.

В черепица подвергается ангобированию в установках для покрытия ангобом.

Обжиг. Окрашенная черепица и натурально-красная отправляется в туннельную печь, в которой происходит обжиг (рисунок 39). Температура внутри печи выше 1000 °С. Ангоб спекается, создавая тем самым прочное покрытие, которое будет дополнительно защищать черепицу, и держать цвет. Температура внутри печи 1130 °С.

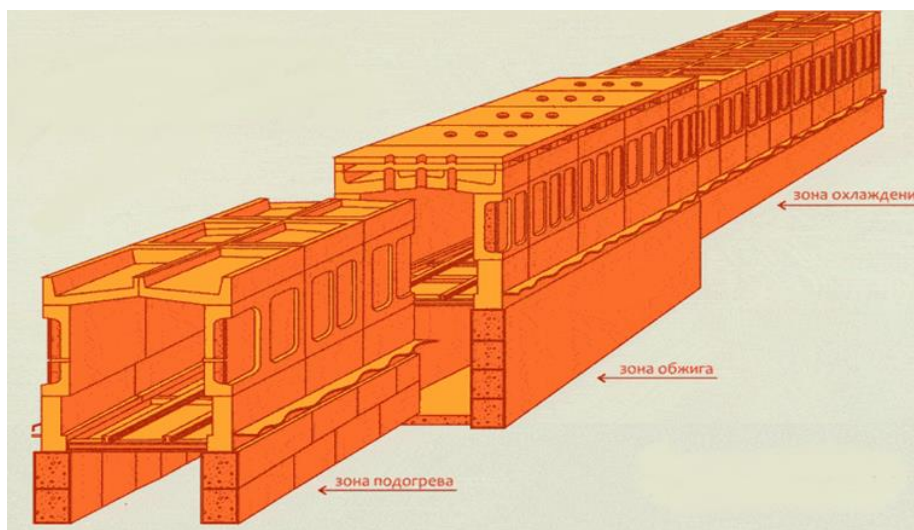


Рисунок 39 – Туннельная печь для обжига керамической черепицы

При 800°С начинается повышение прочности изделия, благодаря протеканию реакции в твердой фазе на границах поверхностей частей компонентов. В процессе нагрева свыше 1000°С легкоплавкие соединения керамической массы и минералы плавки создают некоторое количество расплава, который обволакивает не расплавившиеся частицы, стягивает их, приводя к уплотнению и усадке массы в целом.

Туннельные печи – печи непрерывного действия, где обжигаемый материал перемещается уложенным на вагонетках, а зона обжига находится на одном и том же месте [1].

Выдержку изделий при максимальной температуре обжига применяют для выравнивания температуры во всей толщине изделия, обеспечивая равномерное распределение жидкой фазы.

Охлаждение изделий после выдержки при максимальной температуре обжига является не менее ответственным периодом, чем нагрев. В начальный период охлаждения при падении температуры на 100 – 200°C температурный перепад по толщине изделий не превышает 25 – 35°C.

Охлаждение изделий в интервале температур 650 – 500°C характеризуется модификационными изменениями кварца (температура 573°C) с уменьшением объема на 0,82%.

Воздух для охлаждения изделий и транспортных средств нагнетается в печь у места выхода вагонеток вентилятором. Воздух нагретый за счет теплоты остывающих изделий, поступает в зону обжига для горения топлива. Высокотемпературные продукты горения из зоны обжига поступают в зону подготовки, а оттуда отработанные дымовые газы высасываются вентилятором в атмосферу [1].

Упаковка и складирование готовой продукции. Готовая черепица упаковывается в пачки по несколько штук, укладывается на транспортировочный паллет и закрывается толстой полиэтиленовой пленкой (рисунок 40).



Рисунок 40 – Упаковка черепицы

Надо отметить, что после этого внешняя упаковка еще нагревается открытым огнем. Таким образом, пленка натягивается и надежно фиксирует черепицу. Далее упакованный паллет отправляется на склад, где он будет храниться под открытым небом.

14 Ресурсосбережение в технологии керамических материалов. Технология керамического кирпича на основе золошлаковой шихты

В современном мире большое внимание уделяется ресурсосбережению, использованию техногенных отходов с целью сохранения природных ресурсов. К техногенным материалам относятся шлаки металлургических производств, хвосты СМС, ММС, отсеvy, золы ТЭС.

Производство керамических материалов в отношении техногенного сырья является золоемким. Преимущество использования *золы ТЭС* – нет необходимости разработки глиняных карьеров, транспортирования на завод с карьера, а также полугодового вылеживания в запасниках.

Золы и шлаки вводят в шихту в количестве 5 – 20 %. Небольшая добавка золы ТЭС повышает качество кирпича, при этом снижается расход электроэнергии, экономия топлива до 20 %, повышается качество готового продукта.

Добавки золошлаковых отходов позволяют снизить температуру спекания керамической шихты на 50 – 100 °С. Доказана возможность получения с использованием золошлаковых отходов не только изделий грубой строительной керамики (глиняный кирпич, облицовочные и фасадные плитки), но и фаянсовых изделий строительного и культурно-бытового назначения. В присутствии золошлаковых смесей повышается спекаемость шихты, повышается прочность черепка. Изделия характеризуются высокой морозостойкостью, прочностью, имеют привлекательный внешний вид и цвет.

В процессе фракционирования золошлаковых материалов выделяются магнитные *микросферы*, применяемые в металлургии, приборостроении, радиотехнике и электронике. Размер микросфер от 10 до 500 мкм. Содержание микросферы в золе 2 – 5 %, однако они обладают уникальными свойствами: насыпная плотность 100 – 150 кг/м³, имеют алюмосиликатный состав. Это определяет их повышенную кислотостойкость и термостойкость. В сочетании с такими материалами как цемент, глина, гипс позволяет получать эффективные строительные материалы. В производстве керамических изделий использование микросферы возможно в технологии огнеупорных изделий. В композиционных материалах микросфера снижает плотность, увеличивает прочность, улучшаются тепло-, звуко-, электроизоляционные характеристики [24].

Горелые шахтные породы по химическому составу близки к глинистому сырью, используемому в производстве керамических изделий, а органическая часть углеотходов позволяет использовать их в качестве топливного компонента шихты, тем самым позволяет экономить расход топлива на обжиг. Породы шахтных отвалов в составе шихты для кирпича можно широко применять как комплексную добавку (отошающую, частично выгорающую и алюмо-кремнеземистую).

При введении в сырьевую смесь глиняного кирпича 10 – 25 % добавки (горелых и негорелых пород) наблюдается снижение брака, повышается марка выпускаемого кирпича, т.е. улучшаются технологические свойства, снижается водопоглощение и чувствительность глин к сушке. Шахтные породы и отходы углеобогащения могут быть использованы в качестве добавок и основного компонента (до 80 %) в производстве стеновых изделий, керамических камней и дренажных труб.

Отходы угольной промышленности и теплоэнергетики применимы в производстве керамзита, позволяет снизить расход сырьевых и энергетических затрат. Получаемый пористый наполнитель характеризуется насыпной плотностью 600 – 800 кг/м³, прочностью 0,6 – 1,4 МПа [24].

Результаты исследований [24] показали, что отходы, содержащие до 10 % топлива целесообразно использовать в качестве отощающей добавки, а содержащие 10 % и более – в качестве топливосодержащей, при этом возможно исключить технологическое топливо. Составы сырьевой смеси приведены в таблице 3. Технологическая схема по подготовке массы для производства кирпича методом пластического формования на основе техногенного сырья приведена на рисунке 41.

Лабораторно-технологические испытания показали, что золошлаковые отходы и горелые породы являются не только отощающей, снижающей чувствительность керамической массы к сушке, но и легкоплавкой добавкой. Содержание оксидов железа, наличие углистой составляющей, щелочных оксидов интенсифицируют процесс спекания черепка и способствуют образованию легкоплавких соединений и кристаллизации новообразований на ранней стадии обжига. В результате снижается температура обжига, повышается механическая прочность и плотность изделий.

Из глины с добавками золошлаковой смеси и горелых пород можно получить полнотелый высокомарочный керамический кирпич пластического формования.

Таблица 3 – Состав сырьевой смеси для керамического кирпича

№ состава	Содержание компонентов шихты, %		
	глина	золошлаковая смесь	отсев горелой породы
Пластическое формование			
1	62	20	18
2	65	18	17
3	67	15	17
4	69	17	14
Полусухое прессование			
5	55	20	25

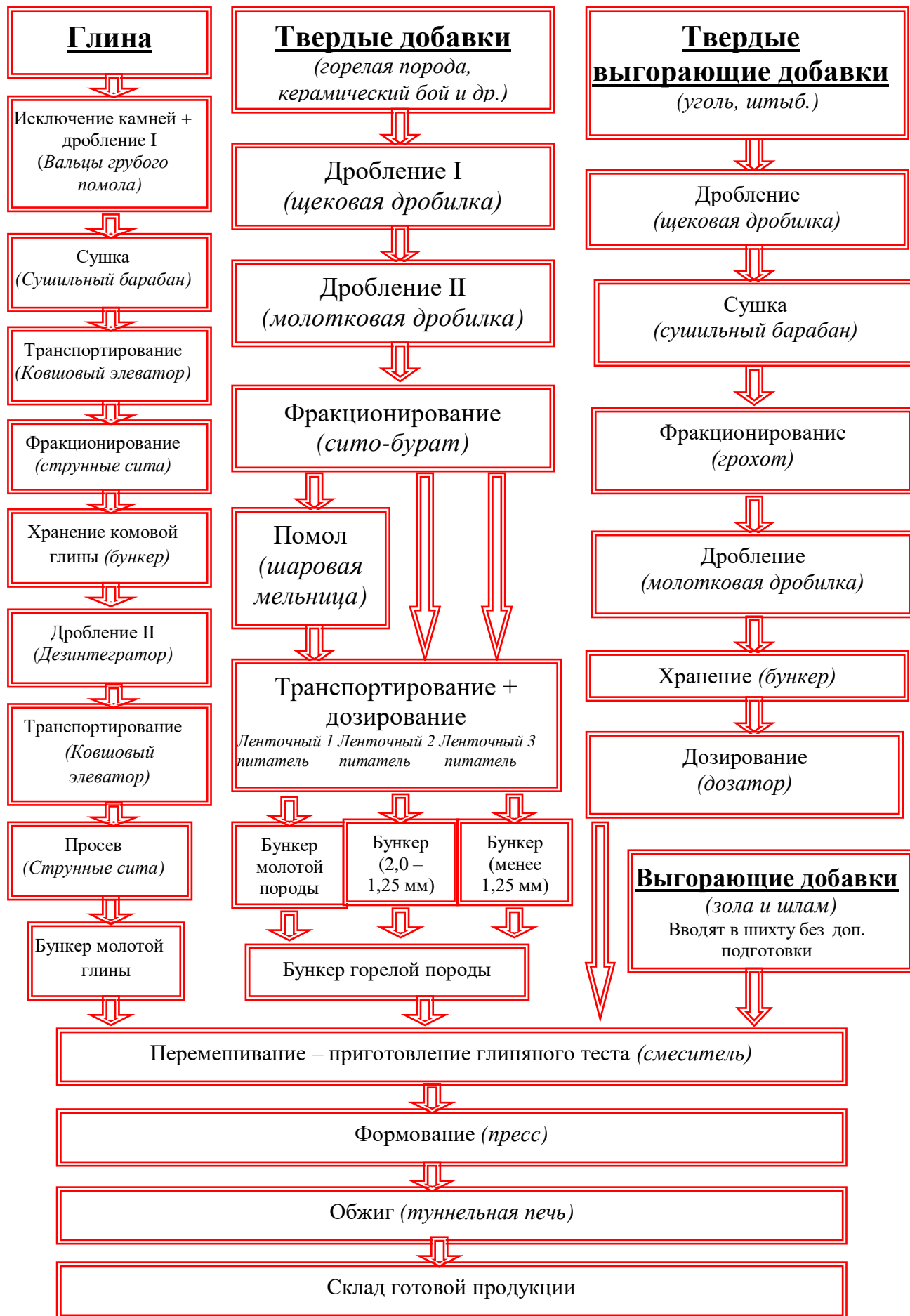


Рисунок 41 – Технологическая схема производства кирпича

Глина с глинозапасника подается автосамосвалом в приемный бункер на 4-х вальный глинорыхлитель, после чего дозируется ящичным питателем, подвергается обработке на вальцах грубого и тонкого помола. Далее подготовленная глина поступает в глиносмеситель.

Золошлаковая смесь из отвалов усредняется путем многократной перевалки бульдозером на открытом складе, подается бульдозером в приемный бункер ящичного питателя, на вальцы грубого и тонкого помола и в глиносмеситель.

Отсев горелой породы, предназначенный для использования в производстве кирпича, поступает с дробильно-сортировочного комплекса и складировается под навесом, откуда подается в технологическую линию. Отдозированный ящичным питателем отсев подается на вальцы грубого и тонкого помола, а затем в глиномешалку.

Отдозированные компоненты керамической массы: глина, золошлаковая смесь, отсев горелой породы перемешиваются в глиномешалке. С глиномешалки масса поступает на ленточный вакуум-пресс, предназначенный для пластического формования кирпича. Формование осуществляется методом экструзии при влажности бруса 18,5%. Резка бруса полнотелого кирпича, выходящего из мундштука, осуществляется резательным автоматом. После формования кирпич-сырец автоматом-укладчиком помещается и подается в туннельные прямоточно-противоточные сушилки в течение 68 часов. Влажность сырца после сушки 6 – 9%.

После сушки сырец отправляется на обжиг в туннельную печь в течение 38 часов по следующему режиму: зона подготовки и выжигания топлива – 22 часа (50 – 900°C); зона обжига – 6 часов (950 – 980 °C); зона охлаждения – 10 часов (50 – 60 °C).

Результаты физико-механических свойств кирпича приведены в таблице 4.

Общая усадка, %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа		Водопоглощение, %	Цвет	Морозостойкость, цикл
		при сжатии	при изгибе			
6,0	1780	15,83	2,57	14,8	терракота	25

Производственные испытания показали, что керамическая масса, содержащая 20% золошлаковой смеси и 18% горелой шахтной породы, при влажности 18,5% обладает удовлетворительной формовочной способностью при формовании полнотелого кирпича пластического прессования. После обжига при температуре 980°C кирпич имеет ровный насыщенный терракотовый цвет с небольшим белым налетом на некоторых образцах. По показателям механической прочности при сжатии кирпич соответствует марке «150», при изгибе марке «200», соответствует требованиям ГОСТ 530-2007. «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» [24].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Воронцов, В.М. Стекло и керамика в архитектуре: учеб. пособие / В.М. Воронцов, И.И. Немец. – Белгород: БГТУ, 2010. – 107 с.
- 2 Салахов, А.М. Современные керамические материалы: учеб. пособие / А.М. Салахов. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2016. – 407 с.
- 3 Масленникова, Г.Н. Керамические материалы / Г.Н. Масленникова, Р.А. Мамаладзе, С. Миндзута. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
- 4 ГОСТ 530–2007 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 2008-03-01. – М.: Стандартинформ, 2007. – 38 с.
- 5 Крупа, А.А. Химическая технология керамических материалов / А.А. Крупа, В.С. Городов. – Киев: Вища школа, 1990. – 399 с.
- 6 Миронова, Д.В. Керамический гранит в технологиях фасадов / Д.В. Миронова // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI в. – 2007. – № 6. – С. 40 – 41.
- 7 Кондрашев, Ф.В. Производство керамических плиток для полов / Ф.В. Кондрашев, Л.Я. Мишулович, В.Ф. Павлов. – М.: Стройиздат, 1971. – 184 с.
- 8 Кошляк, Л.Л. Производство изделий строительной керамики / Л.Л. Кошляк, В.В. Калиновский. – М.: Высшая школа, 1990. – 206 с.
- 9 Топоркова, А.А. Глиняная черепица / А.А. Топоркова. – М.: Стройиздат, 1968. – 126 с.
- 10 Шелковникова, Т.И. Керамический клинкер – долговечный материал для покрытий различного назначения / Т.И. Шелковникова, Т.В. Мордовцева, С.Л. Лунин // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI в. – 2007. – № 7. – С. 34 – 35.
- 11 Станевич, В.Т. Строительная керамика: учебное пособие / В.Т. Станевич. – Павлодар: Кереку, 2008. – 96 с.
- 12 Овчаренко Г.И. Цеолиты в строительных материалах. – Барнаул: Алт ГТУ, 2000. – 320 с.
- 13 Верещагин В. И. Диопсидовые породы - универсальное сырье для производства керамических и других силикатных материалов // Промышленность строительных материалов. Сер. 5. Аналитический обзор. – Вып.2. – М. : ВНИИЭСМ, 1990. – 60 с.
- 14 Августшик А.И. Керамика. – Л. : Стройиздат, 1975. – 592 с.
- 15 Чернова, О.А. Производство керамических материалов и черепицы / О.А. Чернова, Д.А. Матягин. М.: ВНИИЭСМ, 1994. – 103 с.
- 16 Мороз, И.И. Технология строительной керамики. – Киев: Вища школа. 1990. – 415 с.
- 17 Производство керамических стеновых материалов и черепицы: учебник / АО «Центр информации и экономических исследований в стройиндустрии – ВНИИЭСМ». – М.: 1994. – 104 с.

- 18 Роговой, М.И. Технология искусственных пористых заполнителей и керамики: учебник / М.И. Роговой. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 320 с.
- 19 Канаев, В.К. Новая технология строительной керамики / В.К. Канаев. – М.: Стройиздат, 1990. – 264 с.
- 20 Наумов М.М. Справочник по производству строительной керамики том III / М.М. Наумова, К.А. Нохратян. – М.: Стройиздат, 1962. – 61 с.
- 21 Рахалин, И.А. Основы проектирования керамических заводов / И.А. Рахалин, Б.С. Югай, А.Г. Гришанов. – М.: Стройиздат, 1973. – 256 с.
- 22 Волкова, Ф. Н. Общая технология керамических изделий. – М.: Стройиздат, 1983. – 73 с.
- 23 Строительные материалы: учебник / под ред. В.Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ 2004. – 536 с.
- 24 Буравчик, Н.И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов: учеб. пособие / Н.И. Буравчик. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009. – 224 с.
- 25 Завадский, В.Ф. Технология изделий стеновой и кровельной керамики / В.Ф. Завадский: учеб. пособие. – Новосибирск : НГАСУ, 1998. – 76 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные этапы в истории керамической технологии

Первые керамические изделия	- более 24 тысяч лет назад
Изготовление гончарных изделий	- 10 тысяч лет назад
Первые глазурованные изделия	- 4 тысячи лет назад
Полихромные глазурованные изделия	- 3 тысячи лет назад
Использование свинца в глазурах	- 2 век до н.э.
Появление беложгущегося китайского фарфора	- 2 век до н.э.
Использование олова для глушения глазури	- 9 век
Появление изделий с люстрами	- 9 век
Появление надглазурной и подглазурной росписи	- 13 век
Итальянская майолика	- 14 век
Мягкий европейский фаянс	- 16 век
Мягкий европейский фарфор	- 17 век
Твердый европейский фарфор	- 18 век
Машинное керамическое производство	- 18 век
Массовый выпуск огнеупоров, строительной керамики современных форм	- 19 век
Появление технической керамики	- 19 век
Научно-технические керамические технологии	- 20 век

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ГЛОССАРИЙ

АНГОБ - вид покрытия для декорирования керамики, отличающийся непрозрачностью и отсутствием блеска; содержит в исходном сырье значительное количество глинистого вещества, не образует стекловидного слоя.

АНГОБИРОВАНИЕ - операция нанесения на поверхность керамического полуфабриката слоя ангобного *шликера*.

АЭРОГРАФИЯ - способ декорирования, заключающийся в напылении суспензии керамических красок на изделие закрытое трафаретом.

БАССЕЙН - резервуар для хранения и смешивания *шликера*, обычно с установленной *пропеллерной мешалкой*

БАШЕННАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СУШИЛКА (БРС) - аппарат для обезвоживания керамической суспензии путем быстрого нагрева в горячем пространстве капель *шликера*, образующихся при распылении через форсунки; в результате сушки *шликера* в БРС образуется порошок.

БЕГУНЫ - машина для измельчения *отощающих* материалов и глины умеренной влажности раздавливанием между массивным катком и чашей.

БЕЛИЗНА - одно из важнейших декоративных свойств фарфора, фаянса, заключающееся в чистом белом цвете керамического тела, достигаемое применением беложущихся глин, *магнитной сепарацией* сырьевых материалов и особым *режимом обжига*.

БИСКВИТ - обожженный до спекания неглазурованный *фарфор*.

БОЙ (керамический, технологический) - осколки бракованных спеченных керамических изделий.

БУНКЕР - емкость для хранения сыпучих материалов как *пластичных*, так и *отощающих*.

ВАГОНЕТКА (печная, сушильная) - тележка для перемещения изделий в туннельных печах или сушилах.

ВАЛКОВАЯ ДРОБИЛКА - машина для дробления материалов раздавливанием и истиранием между двумя вращающимися валками. Для измельчения *пластичных* применяют дробилки с зубчатыми валками, для выделения камней из глины - с гладким и зубчатым валками, для дробления *отощающих* - с гладкими валками.

ВАЛЮШКА - брус керамической *массы*, выдавленный из *массомялки*.

ВАКУУММЯЛКА - машина для промина пластичных керамических масс при пониженном давлении среды, конструкция которой предусматривает удаление в процессе промина пузырьков воздуха, что повышает формовочные свойства массы.

ВИБРОСИТО - агрегат для интенсивного *рассева* сыпучих материалов или процеживания суспензий (*шликеров*).

ВИНТОВОЙ ПРЕСС - ЛЕНТОЧНЫЙ (шнековый) пресс- машина для пластического формования керамических изделий способом *выдавливания*.

Состоит из корпуса, в котором расположен винт (шнек), толкающий массу в головку, где масса уплотняется перед формованием через формирующее отверстие - *мундштук*.

ВЛАЖНОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ - содержание воды в массе, при котором возможно бездефектное пластическое формование.

ВОЗДУШНАЯ УСАДКА - изменение размеров керамического полуфабриката в процессе сушки.

ВОЛНИСТЫЙ КРАЙ - дефект фарфорового изделия в виде неравномерной деформации края.

ВОЛНИСТОСТЬ ГЛАЗУРИ – дефект глазурирования, заключающийся в волнистой поверхности глазурного покрытия из-за недостаточной температуры *политого* обжига.

ВЫДАВЛИВАНИЕ - способ *пластического формования* с помощью *ленточных* прессов, заключающийся в выдавливании массы через формирующий *мундштук*.

ВЫЛЕЖИВАНИЕ - технологическая операция, заключающаяся в выдерживании керамической массы в стабильных условиях для выравнивания влажности и протекания биохимических процессов в глинистых массах.

ВЫЦВЕТ - дефект, возникающий в виде белесых налетов на поверхности готового неглазурованного керамического изделия; причина - миграция растворимых солей.

ГИПС - кристаллогидрат сульфата кальция; переработанную природную форму гипса используют для изготовления моделей и форм для *пластического формования* и *шликерного литья*.

ГЛАЗУРЬ - стекловидное тонкое покрытие на поверхности керамического тела, образуемое в процессе *политого обжига* для придания изделию декоративности, увеличению прочности и т.д.; часто *глазурью* называют исходный глазурный шликер.

ГЛИНА - осадочная порода, содержащая в основном гидроалюмосиликаты, а также кварцевый песок, полевые шпаты, карбонаты, оксиды, и т.д. При затворении водой образует пластичную массу.

ГЛИНОРЕЗКА - машина для измельчения крупных кусков *глины*.

ГЛУХАЯ ГЛАЗУРЬ - непрозрачная глазурь, наносимая для маскировки цвета керамического тела или с другой декоративной целью.

ГОНЧАРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ - изделия, изготовленные из глинистых материалов, обычно неглазурованные, с небольшой пористостью; иногда так называют изделия, выполненные на *гончарном круге*.

ГОРН - тип печи периодического действия для обжига керамики с газовым, мазутным и др. топливом, с рабочим пространством в виде шахты.

ГОРЯЧЕЕ ЛИТЬЕ - способ формования керамических изделий, заключающийся в получении отливок в охлаждаемых металлических формах из шликера, состоящего из керамического порошка и расплава парафина.

ГРУБОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ - крупнопористые крупнозернистые керамические материалы, в основном *шамотные*, применяемые для изготовления крупногабаритных изделий в строительстве, архитектуре малых форм и т.п.

ДЕГИДРАТАЦИЯ - химический процесс отщепления молекул воды от кристаллогидратов, например, при нагревании глин и каолинов.

ДЕКАЛЬКОМАНИЯ - способ декорирования керамики, заключающийся в переносе рисунков - *деколей* на поверхность изделий.

ДЕКОР - рисунок, орнамент, рельеф или иное украшение, нанесенное на поверхность керамического тела.

ДЕКОРАТИВНЫЙ ОБЖИГ - обжиг, проводимый для закрепления росписи *надглазурными красками*; часто называют *третьим* (по порядку, после *утильного* и *политого*) или *муфельным* (проводят в *муфелях* или электрических печах из-за чувствительности *керамических красок* к газовой среде) обжигом.

ДЕКОРИРОВАНИЕ - технологическая операция нанесения *декора* на изделие.

ДЕКОРИРОВАНИЕ ШТАМПОМ - способ *декорирования*, при котором одноцветный несложный рисунок переносят на поверхность изделия с помощью резинового штампа.

ДЕФЕКТ - нарушение сплошности керамического тела, покрытия или декора, непредусмотренное изменение цвета и др., причиной которых является нарушение технологии или ошибка изготовителя.

ДИСПЕРСНОЕ СОСТОЯНИЕ - состояние, при котором материал находится в виде частиц (порошок, шликер и т.п.).

ДОЛИВНОЕ ЛИТЬЕ (комбинированное) - способ *шликерного литья*, при котором отдельно отлитые детали изделия помещают в форму, в которой отливают корпус изделия.

ЗАМЫВКА - операция устранения поверхностных дефектов и швов от формы на полуфабрикате обтиранием его влажной губкой.

ЗАСОРЕННОСТЬ ГЛИНЫ - характеристика загрязненности глины крупнодисперсными примесями; определяется *ситовым анализом*.

ЗАСОРКА - вид дефекта глазурования, представляющий бугорок на поверхности глазури или под ее слоем в результате попадания на полуфабрикат частиц другого материала.

ЗАЧИСТКА - операция устранения поверхностных дефектов и швов от формы на высушенном полуфабрикате зачисткой наждачной бумагой.

ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ - распределение частиц сырья по размерам.

ИЗВЕСТКОВЫЙ ФАЯНС - вид *фаянса*, содержащего в качестве исходных компонентов, кроме пластичных материалов и кварца, мел или доломит.

ИЗРАЗЕЦ - керамическая плитка для облицовки печей; часто имеет рельеф, на тыльной стороне - *румпу* для крепления к стене.

КАМЕНЬ КЕРАМИЧЕСКИЙ - строительный керамический блок с пустотами.

КАОЛИН - глинистый материал белого цвета с высокой огнеупорностью, состоящий в основном из минерала каолинита (гидроалюмосиликата). Название от китайского "као-лин" (белая гора).

КАПСЕЛЬ - огнеупорный короб, в котором производят обжиг изделий.

КЕРАМИКА - поликристаллическое неметаллическое твердое тело, полученное методами керамической *технологии*, включающей подготовку *формовочной* массы (*шликера*), формование, *сушку и обжиг*, в процессе которого образуется сплошное, прочное, твердое тело.

КОМБИНИРОВАННОЕ ЛИТЬЕ - способ *шликерного литья*, при котором изделие отливают в два приема, используя последовательно *наливной и сливной* способы литья.

КОНВЕЙЕРНАЯ ПЕЧЬ - тип печи непрерывного действия с туннелем или щелью (газовая или электрическая), в которой изделия двигаются по конвейеру из металлических или керамических роликов или вместе с металлической сеткой (щелевая, роликовая печь).

ЛАК- вид ангобного покрытия из блестящих глинистых пленок.

ЛЕПКА - способ формования пластической массы вручную.

ЛЕЩАДКА - подставка для обжига изделий; изготавливается из огнеупорных термостойких масс и имеет плоскую форму.

ЛИТЕЙНЫЙ КОНУС - устройство, применяемое при *шликерном литье* для предотвращения захвата воздуха при заливке *шликера* в гипсовую форму.

ЛИТЕЙНЫЙ ШЛИКЕР - керамический *шликер*, содержащий максимально возможное количество твердой фазы (30-35% влажности), готовый для заливки в формы.

ЛИТНИК (литниковое отверстие) - отверстие, через которое заливают *шликер* в гипсовую форму или часть массы, остающаяся в литниковом отверстии после *набора массы*.

ЛИТЬЕ ШЛИКЕРНОЕ - способ формования керамики путем заполнения формы *шликером*. При обычном *шликерном литье* используют пористые гипсовые формы, впитывающие воду из *шликера*, в результате чего на внутренней поверхности формы образуется плотный слой массы. При *горячем литье* *шликер* на основе расплава парафина застывает в металлической форме.

ЛОЩЕНИЕ - способ *декорирования* керамических изделий полировкой поверхности полуфабриката до обжига (деревом, камнем, металлом и т.д.) или изделия после обжига (шлифовка и полировка абразивами).

МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ - обогащение сырьевых материалов или массы в виде кусков, порошков, *шликера* с выделением из них железосодержащих магнитовосприимчивых примесей. Проводится для

устранения дефектов, связанных с изменением окраски изделий или их электрофизических свойств. Обязательная стадия технологии *фарфора и фаянса*.

МАЙОЛИКА - вид керамики из местных легкоплавких глин с добавлением в качестве *отощающих* песка или *шамота*. Отличается широкой палитрой декорирующих изделие легкоплавких *глазурей*, *глухих* или прозрачных, сохраняющих цвет керамики. При использовании в качестве пластичных материалов огнеупорных беложгущихся глин и каолинов *майолика* приближается по свойствам и технологии к *фаянсу*, однако отличается большей пористостью и меньшей температурой *политого обжига*.

МЕЛЬНИЦА ШАРОВАЯ - машина для помола *глинистых и отощающих* материалов, а также их смешивания. Представляет собой металлический барабан с мелющими телами внутри, который вращается от электромотора с приводом.

МЕСТНЫЕ ГЛИНЫ - легкоплавкие, как правило, железосодержащие, окрашенные в бурый или рыжий цвет глины, широко распространенные и не образующие крупных месторождений. Используются в качестве сырья для производства строительной керамики (кирпич, черепица и т.д.), *гончарных изделий и майолики*.

МЕШАЛКА ПРОПЕЛЛЕРНАЯ - машина для перемешивания керамического *шликера*, состоящая из погружаемого в бассейн или бак металлического стержня с пропеллером, приводимого в движение электромотором с приводом.

МЕШАЛКА ЛОПАСТНАЯ - машина для перемешивания керамического *шликера*, состоящая из горизонтально погружаемого в бассейн или бак металлического стержня с лопастями. В отличие от *пропеллерной мешалки* имеет большой диаметр лопастей и малую скорость оборотов.

МЕЦЦОМАЙОЛИКА - вид керамики - *майолика*, расписанная *ангобами*, обожженная, глазуванная и подвергнутая политому обжигу.

МОКРЫЙ ПОМОЛ - помол, проводимый в жидкости (в воде). Является более эффективным, чем сухой; применяется при подготовке керамического *шликера*.

МУЛЛИТ - двойной оксид алюминия и кремния. Образуется при обжиге глинистых материалов при температуре выше 1200°C. Значительно улучшает свойства керамики, прежде всего *фарфора и фаянса*, благодаря своей огнеупорности и высокой *термостойкости*, а также благодаря способности кристаллизоваться в керамическом теле в виде игл, упрочняющих материал.

МУНДШТУК - формообразующая часть ленточного (*винтового*) пресса. *Выдавливанием* через *мундштук* пластичной массы получают изделия заданной формы.

МУФЕЛЬ - тип печи, рабочее пространство которой отделено от нагревателей (горелок) огнеупорной стенкой; при этом выравнивается температурное поле внутри печи, а нагреватели защищаются от агрессивной среды, возникающей в печи при обжиге.

МЯГКИЙ ФАРФОР - вид фарфора, содержащий относительно большое количество полевых шпатов и других плавней в исходном сырье. В отличие от твердого фарфора имеет невысокую температуру обжига (1200-1300 °С).

МЯГКИЙ ФАЯНС - вид фаянса, содержащий относительно большое количество плавней, вводимых в массу вместе с глинистым веществом (глинистый фаянс) или отдельно в виде мела, доломита, полевого шпата (известковый и смешанный фаянс). Температура обжига мягкого фаянса немного ниже температуры твердого или полевошпатного фаянса.

ОБЖИГ - основная технологическая стадия, заключающаяся в высокотемпературной обработке заранее отформованного и высушенного полуфабриката. Во время обжига происходит спекание керамического тела.

ОБОГАЩЕНИЕ - технологическая стадия удаления примесей.

ОГНЕВАЯ УСАДКА - усадка изделия в процессе обжига.

ОГНЕУПОРНОСТЬ - свойство материала не изменяясь (не деформируясь) выдерживать высокие температуры.

ОКУНАНИЕ - способ глазурирования, при котором изделие окунают в глазурный шликер.

ОТМУЧИВАНИЕ - процесс осаждения частиц кварцевого песка, полевого шпата и др. из глины, распущенной в воде.

ОТОЩАЮЩИЕ - материалы, используемые в технологии керамики в качестве сырьевых, практически не имеющие усадки и поэтому снижающие ее при сушке.

ОТСЛАИВАНИЕ ГЛАЗУРИ (отскакивание) - дефект глазури, характеризующийся отслаиванием отдельных кусков глазури от керамического тела; образуется при несоответствии глазури материалу керамики.

ПАСТИЛАЖ - свободная роспись ангобами поверхности изделия.

ПЕРЕВОД ПЕЧАТИ - способ декорирования, при котором рисунок с невысохшей краской на папиросной бумаге прижимают к очищенному изделию и прокатывают валиком. Таким образом переносят тонкие контурные рисунки темного цвета.

ПЕЧЬ (электросопротивления, газовая и т.д.) - агрегат для обжига керамики; Печь электросопротивления состоит из рабочего пространства, нагревателя, футеровки и силовой части с датчиком и регулятором температуры.

ПЛАВНИ - вещества, имеющие низкую температуру плавления или образующие в процессе обжига с другими компонентами сырья легкоплавкие соединения. Плавни используются в керамической технологии

для снижения температуры спекания керамического материала и увеличения количества стеклофазы.

ПЛАСТИЧЕСКОЕ ФОРМОВАНИЕ - совокупность методов формования пластичной массы с влажностью 18-25% . См. *выдавливание, лепка, набивка, раскатка, штамповка.*

ПЛАСТИЧНОСТЬ - свойство массы изменять свою форму под воздействием нагрузки и сохранять ее после снятия нагрузки.

ПОД - днище печного пространства.

ПОДВЯЛКА - технологическая стадия, на которой происходит частичная сушка полуфабриката. В результате *подвялки*, как правило, происходящей в гипсовой форме, изделие набирает прочность, достаточную для его обработки или переноса на стадию сушки.

ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ - минералы (альбит, микролин, ортоклаз и др.), применяемые для производства керамики в качестве *плавней*.

ПОЛЕВОШПАТНЫЙ ФАЯНС - вид *фаянса*, содержащий кроме глинистых и кварца определенное количество *полевых шпатов*.

ПОЛИВ - способ *глазурования* керамических изделий, при котором изделия обливаются глазурным *шликером*.

ПОЛИТОЙ ОБЖИГ - обжиг, второй по счету после *утильного*, проводимый для образования на изделиях глазурного слоя и полного спекания *керамики*.

ПОЛУСУХОЕ ПРЕССОВАНИЕ - способ формования керамических изделий, заключающийся в прессовании керамического *пресс-порошка* с влажностью 4-10% в металлических формах с помощью *пресса*.

ПОЛУФАРФОР - вид керамики, близкий к *полевошпатному фаянсу*, отличающийся от последнего большим содержанием *полевых шпатов*.

ПОМОЛ (мокрый, сухой) - технологическая стадия тонкого измельчения сырьевых материалов, иногда сопровождающаяся их смешиванием.

ПРЕСС - машина для *пластичного (винтовой) или полусухого (гидравлический, механический) прессования* керамических изделий.

ПРЕСС-ПОРОШОК - порошок, состоящий из сырьевых материалов, имеющий влажность 4-8 %, определенный размер частиц и преимущественно округлую форму, предназначенный для изготовления керамических изделий методом *полусухого прессования*. Получают *пресс-порошок* с помощью грануляторов или *башенных распылительных сушилок*.

РАСПЫЛЕНИЕ (задувка) - способ *глазурования* изделий распылением глазурного *шликера* сжатым воздухом из аэрографа. Отличается возможностью нанесения ровного слоя *глазури*, но одновременно большим расходом глазурного *шликера*.

РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СУШКА - способ обезвоживания керамического *шликера* и получения *пресс-порошков*. В производстве реализуется в *башенных распылительных сушилках*.

РАССЛОЕНИЕ «ЧЕРЕПКА» («рыбья чешуя») - дефект *глазурирования*, заключающийся в разбухании и послойном отделении внешних слоев необожженного керамического тела при глазурировании глазурным *шликером*.

РЕЖИМ ОБЖИГА - совокупность *параметров обжига*, характеризующая его полный цикл.

РОСПУСК - технологическая стадия образования глиняного *шликера* путем длительного перемешивания (измельчения) кусков глины в воде.

РУМПА - крепежная деталь тыльной стороны керамического *израза* в виде бортика с отверстиями.

САДКА - процесс размещения в рабочем пространстве печи (на вагонетке) обжигаемых изделий, или изделия, размещенные в печи (на вагонетке) для обжига.

САМАН - кирпич-сырец, сформованный с использованием резаной соломы. Применялся в постройках на юге России и в Азии.

СВИЛЕОБРАЗНАЯ ТРЕЩИНА - вид дефекта пластического прессования, обусловленная вращением шнека *винтового пресса*.

СЕПАРАЦИЯ - технологическая операция разделения частиц по размерам (классификация), магнитным (*магнитная сепарация*) или иным свойствам.

СИТОВОЙ АНАЛИЗ - метод определения **ЗЕРНОВОГО СОСТАВА** глины рассевом на стандартном наборе сит.

СЛИПЫШ - прилипание глазурированного изделия к другому изделию или *огнеприпаса* в результате их касания при *политом обжиге*.

СПЕКАНИЕ - физико-химический процесс образования сплошного твердого тела из отдельных частиц при высокотемпературном обжиге.

СПЕКАЕМОСТЬ - характеристика *глин*, определяемая измерением объема открытых пор на образцах обожженных *глин*.

ССБ (сульфитно-спиртовая барда) - раствор реактива, применяемый в керамическом производстве в качестве связки для формования малопластичных масс, склеивания приставных деталей и т.п.

СУХОЙ КРАЙ - отсутствие *глазури* на краях изделия в результате плохого впитывания глазурного *шликера* из-за изношенности гипсовой формы.

СУШКА - технологическая стадия удаления влаги до 3% тепловой обработкой.

СЫРЫЕ ГЛАЗУРИ - *нефритованные глазури*, применяемые для глазурирования фарфоровых изделий.

СЫРЕЦ - отформованный, но не высушенный полуфабрикат.

ТВЕРДЫЙ ФАРФОР - вид *фарфора*, в составе сырья для производства которого преобладают глинистые вещества. Отличается высокой температурой обжига (1320-1450°C) и высокими механическими свойствами.

ТЕРМОПАРА - приспособление для измерения температуры обжига - спай двух металлических проволок, заключенных в электроизоляцию; присоединяется к измерительному прибору.

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ - свойство материала выдерживать без разрушения резкие перепады температур.

ТЕРРАКОТА - вид керамики, однотонный неглазурованный материал, изготавливаемый из качественных малоусадочных глин, имеющих равномерную окраску.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА - схематичное изображение последовательности операций получения изделия с указанием технологической стадии и (или) основного технологического оборудования.

ТОНКОКЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ - керамические изделия, имеющие в изломе однородное тонкое строение, прежде всего *фарфор, фаянс, майолика* и др.

ТУННЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ - тип печи непрерывного действия, по туннелю которой между газовыми горелками или электронагревателями перемещаются вагонетки с установленными на них изделиями.

УСАДКА - уменьшение размеров изделия при сушке (*воздушная усадка*) и обжиге (*огневая усадка*). В неравномерности *усадки* различных частей изделия основная причина брака керамики.

УТИЛЬНЫЙ (УТЕЛЬНЫЙ) ОБЖИГ - первый обжиг, после которого изделие глазуруют. Его проведение оправдано невозможностью *глазурования* необожженного изделия с тонкой стенкой из-за размокания при *глазуровании* и увеличении числа дефектов *глазури* при однократном обжиге. Имеет разное значение для *фарфора и фаянса*.

ФАЙЕРТОН - шамотированный *фаянс*, т.е. фаянсовая масса с добавками *шамота*, применяемая для изготовления санитарно-строительной керамики.

ФАРФОР - вид керамики белого цвета с плотным раковистым изломом. Для изготовления *фарфора* используют огнеупорные беложгущиеся *глины и каолины*, кварц и *полевых шпатов* (соотношение *пластичных и отощающих* как 1:1). Различают *мягкий и твердый фарфор*. Отличается *белизной* и просвечиваемостью.

ФАСАДНАЯ КЕРАМИКА - керамические изделия, используемые в строительстве (плитка, кирпич и т.п.).

ФАЯНС - вид керамики, для изготовления которого используют огнеупорные беложгущиеся *глины, кварц* и различные добавки. В отличие от *фарфора* имеет непрозрачное пористое тело, температура *утильного обжига* превышает температуру *политого*. Имеет мелкопористый белый излом. Различают *мягкий и твердый фарфор*.

ФИЛЬТР-ПРЕСС - машина для обезвоживания керамического *шликера*, путем его фильтрования под давлением через фильтровочную ткань.

ФЛЮС - вещество, имеющее низкую температуру. Входит в состав глазури, керамических красок. См. плавни.

ФОРМОВОЧНАЯ ВЛАЖНОСТЬ - содержание воды в пластичной массе, достаточное для формования массы.

ФРИТТА (куски стекла) - сплавленные вместе компоненты глазури, часть из которых водорастворимы и не могут использоваться сразу для глазурного шликера.

ФРИТТОВАНИЕ - процесс приготовления *фритты*, заключающийся в расплавлении компонентов глазури и выливания расплава в воду. При этом происходит резкое охлаждение расплава и его самоизмельчение.

ФУТЕРОВКА - теплозащита печи, изготовленная из огнеупорного материала с низкой теплопроводностью.

ЦЕК - вид дефекта глазури, образование сети волосяных трещин из-за неправильного подбора состава глазури к данной керамике.

ЧЕРЕПИЦА (керамическая) - кровельное покрытие в виде плоской или искривленной пластины.

ЧЕРЕПОК - заводской термин, обозначающий неглазурованное керамическое тело (например: плотный черепок; черепок, несмачиваемый глазурью).

ЧИСЛО ПЛАСТИЧНОСТИ - технологическая характеристика глины, обозначающая пластичность. Рассчитывается по разнице абсолютной влажности *предела раскатывания* и *нижнего предела текучести*.

ЧИСТОВАЯ ФОРМА - см. *рабочая форма*.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К СУШКЕ - характеристика глины, способность переносить сушку без образования трещин (малочувствительные глины) или невозможность высушить образец из данной глины без специальных режимов (высокочувствительные глины).

ШАМОТ - обожженная глина (более широко - порошок обожженного керамического материала). Применяется в качестве *отощающего* материала, в том числе и как основной компонент.

ШЕЛКОГРАФИЯ - способ декорирования, при котором рисунок наносится на изделие продавливанием роликом краски через сетчатый трафарет.

ШИХТА - исходная сырьевая смесь различных компонентов, взятых в определенных соотношениях, согласно рецепту.

ШЛИКЕР - водная суспензия, содержащая мелкодисперсные частицы керамической массы, неоседающие в течение длительного времени. Для придания *шликеру* устойчивости (поддержания частиц во взвешенном состоянии) используют химические добавки и непрерывное перемешивание.

ЩЕКОВАЯ ДРОБИЛКА - машина для дробления непластичных материалов, раздавливанием между подвижной и неподвижной стальными щеками.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Рудненский индустриальный институт

Рассмотрена на заседании кафедры С и СМ
Протокол № 20 от 10.04.2018 г.
Заведующий кафедрой О. А. Мирюк

Одобрена на заседании МК ФЭ и С
Протокол № от 2018 г.
Председатель МКФ О. А. Акмалова

Утверждена на заседании УМС
Протокол № от 2018 г.
Председатель УМС Л. Л. Божко

Кафедра строительства и строительного материаловедения

Д.М. Тажибаева

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
«КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»

по дисциплине
«Технология керамических материалов»
для студентов специальности «Производство строительных материалов,
изделий и конструкций»

Рудный 2018