Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра химической технологии тугоплавких

неметаллических и силикатных материалов

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему: «Технология производства керамического кирпича»

Иваново 2006

Аннотация

Тема курсового проекта «Технология производства керамического кирпича». В данном проекте приведен ассортимент выпускаемой продукции, применяемого сырья. Рассмотрено производство керамического кирпича по методу пластического формования цеха формования, сушки и обжига, выполнен подбор технологической схемы и оборудования. Рассмотрен контроль производства и охрана труда на заводах керамической промышленности. Произведен расчет материального баланса цеха формования, сушки, обжига, составлена производственная программа, а также сделан расчет склада готовой продукции.

Содержание

Введение

1. Ассортимент и характеристика выпускаемой продукции

2. Выбор сырьевой базы и энергоносителей

2.1 Характеристика используемого сырья

2.2 Характеристика топлива

3. Обоснование состава композиции

4. Аналитический обзор научно-технической литературы и обоснование способа производства

5. Технологическая схема цеха формования, сушки, обжига

5.1 Описание технологической схемы

6. Теоретические основы технологического процесса

6.1 Формование кирпича

6.2 Сушка полуфабриката

6.3 Обжиг полуфабриката

7. Контроль производства по цеху

8. Материальный баланс цеха

9. Производственная программа

10. Выбор и расчет оборудования

11. Расчет склада готовой продукции

12. Охрана труда

13. Строительная часть

Заключение

Список использованной литературы

Введение

Строительная керамика – большая группа керамических изделий, применяющихся при строительстве жилых и промышленных зданий и сооружений. Изделия строительной керамики отличаются своей долговечностью, высокими художественными характеристиками, кислотостойкостью и полным отсутствием токсичности. В настоящее время предусматривается преимущественное развитие производства изделий, обеспечивающих снижение металлоёмкости, стоимости и трудоёмкости строительства, веса зданий, сооружений и повышение их теплозащиты, развитие мощности по производству строительных материалов с использованием золы и шлаков тепловых электростанций, металлургических и фосфорных шлаков, отходов горнодобывающих отраслей промышленности и углеобогатительных фабрик, техническое перевооружение производства кирпича на базе новейшей техники.

Вот уже несколько тысячелетий кирпич - самый распространенный строительный материал. Кирпич может быть, различным по составу сырьевой смеси, технологии производства и даже форме. Какие же существуют виды и свойства кирпича? Традиционно под кирпичом понимают брусок, изготовленный из глины. Стоящие века церкви, соборы, стены и башни кремлей и по сей день поражающие своей красотой и монументальностью, выполнены именно из керамического кирпича. Помимо неповторимого внешнего вида, прочности и долговечности, к достоинствам такого кирпича можно отнести огнестойкость, высокую звуконепроницаемость, способность сохранять тепло и уравновешивать колебания температур.

По назначению керамический кирпич подразделяется на строительный (рядовой), облицовочный (лицевой) и специальный. Строительный кирпич служит для возведения несущих стен и перегородок, которые впоследствии облицовываются, штукатурятся, окрашиваются. Важно, чтобы несущая способность кирпича была достаточной. Для лучшего сцепления с кладочным раствором боковые грани кирпича могут быть рифлеными. Облицовочный кирпич предназначен для отделки фасадов и интерьеров, в нем не допускаются трещины, отколы, известковые включения, пятна, выцветы и другие дефекты. Выбирая лицевой кирпич, надо особенно внимательно следить, чтобы близко к его поверхности или на ней не было известковых включений: при попадании влаги они разбухают и разрушают кирпич. Разновидности лицевого кирпича - фактурный (с неровным рельефом - "черепашка", "кора дуба" и пр. или правильным геометрическим рисунком на боковых гранях) и фасонный (полукруглый, угловой, скошенный, с выемками и других форм). Последний позволяет изысканно оформлять окна, карнизы, создавать здания с закругленными углами, выполнять арки, своды, колонны. Кроме того, при использовании его исчезает необходимость подрезать обычный лицевой кирпич. Если для строительного кирпича цвет не принципиален, то для лицевого это один из главных параметров. Современный керамический кирпич может быть практически любым, от белого до черного, и даже неоднородного цвета (например "плавающего" от темного оттенка к светлому, от коричневого к синему, от желтого к синему и т. д.). Цвет зависит, прежде всего, от технологии обжига, а также от состава, качества и цвета глины-сырца.

Для расширения цветовой гаммы производители смешивают глины нескольких видов, добавляют в сырьевую смесь красители. Почти любой оттенок можно получить с помощью ангоба и глазури. Ангоб - это тонкий декоративный слой из белой или цветной глины, который перед обжигом наносится на отформованное изделие. Глазурь - цветной стекловидный слой на поверхности кирпича, имеющий характерный блеск. Кроме того, благодаря двойному обжигу уменьшается водопоглощение кирпича, а значит, повышается его стойкость к воздействиям атмосферы. Среди новых разработок в области "декорирования" кирпича - металлополимерное покрытие, позволяющее создать на поверхности изделия неожиданные сочетания цветов, рисунки и надписи. К специальным относят кирпичи, способные "выживать" в экстремальных условиях. Так, кирпич огнеупорный применяется для устройства печей, каминов, дымовых труб. Он изготавливается из шамотной глины путем ее обжига при очень высокой температуре. Этот кирпич имеет высокую плотность и выдерживает частые колебания температур (верхний предел - свыше 10000С); обычно бывает песочно-желтого цвета. Отдельного упоминания заслуживает клинкерный кирпич. Его получают в результате высокотемпературного обжига пластичных глин отборного качества до полного спекания, без включений и пустот. Благодаря особенностям сырья и специальным технологиям получается исключительно прочное, низкопористое, цвето-, износо-, морозостойкое и, как следствие, долговечное изделие.

Строительный керамический кирпич является самым распространённым местным стеновым материалом, позволяющим экономить дефицитные металлы, цемент, а также транспортные средства. В общем балансе производства и применения стеновых материалов керамический кирпич занимает более 30%.

В данный момент в производстве строительного керамического кирпича сосредоточено внимание на совершенствовании технологии, улучшении качества выпускаемой продукции и расширении ассортимента. При строительстве новых предприятий предусматривается установление автоматизированных и высокомеханизированных технологических линий на базе современного отечественного и импортного оборудования. Осваивается выпуск эффективной пустотелой продукции, которая должна постепенно заменять традиционный полнотелый кирпич. Это позволит не только экономить сырьё, но и уменьшать толщину и массу наружных стен без снижения их теплозащитных свойств, а также создавать облегчённые конструкции панелей для индустриализации строительства.

Расширение ассортимента и, в частности, производство эффективных изделий с увеличением размеров и уменьшением средней плотности до 1250-1350 кг/м3 и менее за счёт рациональной формы и увеличения количества пустот снизит расход материалов на 1м2 наружных стен на 20-30%. На действующих заводах наряду с дальнейшей механизацией и автоматизацией производства кирпича будут всемерно улучшаться его качество и повышаться прочностные свойства, требующиеся для строительства зданий повышенной этажности и специальных сооружений. Применение в строительстве кирпича высоких марок в несущих конструкциях позволяет уменьшить его расход на 15-30%.

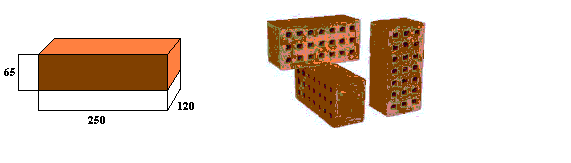
Необходимо более широко развивать производство лицевого кирпича, позволяющего исключать оштукатуривание зданий и улучшать их архитектурный вид.

Улучшение качества продукции вызывает необходимость повышения культуры производства, более строгого соблюдения технологических параметров по всем пределам, улучшения обработки, рациональной шихтовки путём ввода различных добавок, в том числе отходов других отраслей промышленности.

1. Ассортимент и характеристика выпускаемой продукции

Кирпич применяется в строительстве для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений, а также для изготовления стеновых панелей и блоков.

В России основные размеры лицевого кирпича составляют: 250 х 120 х 65 мм для одинарного кирпича, 250 х 120 х 88 мм для полуторного и 250 х 120 х 138 мм для двойного. На Западе стандарты другие, к тому же их намного больше. Среди самых ходовых - 200 х 100 х 50(65) мм, 240 х 115 х 52 (71) мм. Важный параметр для строительного и лицевого кирпича - наличие пустот. Бывают кирпичи полнотелые, пустотелые (эффективные) и пустотелые поризованные (сверхэффективные, "теплая керамика"). У полнотелых, как следует из названия, отверстий нет. Их чаще всего применяют там, где нужно выдерживать распределенные нагрузки - фундамент, цоколь, но можно выложить ими и наружную стену. Однако чтобы обеспечить нормативную теплопроводность, стены из них должны быть достаточно толстыми. Другое дело пустотелые кирпичи. У них имеются сквозные отверстия (различной формы), благодаря которым они теплее, а значит, стены можно делать тоньше. Кроме того, пустотелые кирпичи легче, поэтому от них меньше нагрузка на фундамент. Следует отметить, что лицевой кирпич почти всегда является пустотелым. Наконец, самый "теплый" кирпич - поризованный. В нем, как и в изделии предыдущего типа, имеются сквозные отверстия, однако структура самого материала принципиально иная. В глину добавляют особые органические или минеральные компоненты, которые выгорают при обжиге, образуя мельчайшие замкнутые поры. В результате, сохранив все достоинства обычной керамики, поризованный кирпич существенно улучшил ее теплозащиту: если у пустотелого кирпича самый высокий коэффициент теплопроводности - как правило, 0,28 - 0,4 Вт/м 0С, то у поризованного - 0,18 - 0,22 Вт/м 0С. Причем на прочность поры совершенно не влияют. Более того, изделие становится легче, что позволяет увеличить его размеры (они могут достигать 510 х 250 х 219 мм). Благодаря этому стены возводятся значительно быстрее, чем из обычного кирпича, и они становятся тоньше. Предел прочности кирпича при сжатии определяет его марку. Она обозначается буквой "М" и цифрой, показывающей, какую нагрузку может выдержать 1 см изделия. Чаще всего встречаются кирпичи марок М-75, М-100, М-125, М-150, М-175, М-200, М-250, М-300. Кирпичи марок 75 и 100 подходят для стен 2 - 3х этажного дома, марок 125 и выше - для стен многоэтажных зданий. Марки кирпича относятся ко всем типам изделий, так что пустотелый лицевой кирпич марки 100 будет столь же прочен, как и полнотелый строительный той же марки. Еще один нюанс: предел прочности кладки на сжатие зависит не только от марки кирпича, но и от марки раствора, условий его твердения, а также от качества кладки. В условиях нашего изменчивого климата одна из важнейших характеристик для кирпича - морозостойкость. Она измеряется количеством циклов попеременного замораживания и оттаивания водонасыщенного изделия: чем больше циклов оно способно выдержать, не изменив своих потребительских свойств, тем дольше его срок эксплуатации. В технической документации морозостойкость обозначается буквой "F", а следующая за ней цифра говорит о количестве циклов, которые кирпич может выдержать. В Центральном регионе рекомендуется применять строительный кирпич с морозостойкостью не ниже 15 - 25 циклов, лицевой - не ниже 50 циклов /8/.



1-одинарный полнотелый. 2-одинарный пустотелый.

Рис. 1.1. Кирпич керамический

Таблица 1.1. Масса изделий

|  |  |
| --- | --- |
| Вид продукции | Масса, кг. |
| 1.Одинарный полнотелый кирпич | 3.5 |
| 2.Одинарный пустотелый кирпич | 2.7-2.8 |

Продукция должна выпускаться в соответствии с требованиями ГОСТа 530-95:

1. Допускается изготовление кирпича с закруглёнными углами, радиусом закругления до 15 мм.
2. Пустоты в кирпиче должны располагаться перпендикулярно или параллельно постели и могут быть сквозными или несквозными.
3. Размер цилиндрических сквозных пустот по наименьшему диаметру должен быть не более 16 мм, ширина щелевидных пустот не более 12 мм. Диаметр не сквозных пустот не регламентируется.
4. Толщина наружных стенок кирпича не менее 12 мм.
5. Отклонение от установленных размеров и показателей внешнего вида кирпича не должны превышать на одном изделии следующих значений:
6. по длине 5 мм.



1. по ширине 4 мм.



1. по высоте 3 мм



6. Не прямолинейность рёбер и граней кирпича и камней, мм. (не более):

1. по постели 3;
2. по ложку 4.

7. Отбитости углов глубиной от 12 до 15 мм.

8.Трещины протяжённостью по постели полнотелого кирпича до 30 мм., пустотелых изделий не более чем до первого ряда пустот, штук:

1. на ложковых гранях -1;
2. на тычковых гранях -1.
3. Общее количество кирпича с отбитостями должно быть не более 5%.
4. Количество половняка в партии должно быть не более 5%. Половняком считают изделия, состоящие из парных половинок или имеющие трещины, протяженностью по постели полнотелого кирпича более 30 мм., пустотелых изделий - более, чем до первого ряда пустот (на кирпиче во всю толщину).
5. Водопоглащение кирпича, высушенного до постоянной массы, должно быть для полнотелого кирпича не менее 8%, для пустотелых изделия не менее 6%.
6. Кирпич в насыщенном водой состоянии должен выдерживать без каких либо признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание) не менее 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.
7. Предел прочности при сжатии для всех видов кирпича, средний для 5 образцов:
8. для марки 75:...................................................... 7,7 МПа;
9. для марки 100:................................................... 10 МПа;
10. для марки 150:.................................................... 15 МПа.

При изгибе:

1. марки 75:............................................................. 1,4 МПа;
2. марки 100:........................................................... 1,6 МПа;
3. марки 150:........................................................... 2,1 МПа.

14. Кирпич высшей категории качества должен удовлетворять требованиям:

1. марка по прочности не менее 100;
2. морозостойкость не менее (Мрз.) 25 циклов;
3. общее количество кирпича с отбитостями, превышающими допускаемые не более 3% /7/.

Для производства выбираем полнотелый и пустотелый керамический кирпич по ГОСТ 530-95.

2. Выбор сырьевой базы и энергоносителей

В качестве сырья для производства керамического кирпича и керамических камней применяют:

* глинистые породы, встречающиеся в природе в плотном, рыхлом и пластическом состоянии, называемые в целом легкоплавкими глинами, а также трепельные и диатомитовые породы;
* органические и минеральные добавки, корректирующие свойства природного сырья (кварцевый песок, шлаки, шамот, опилки, уголь, зола и другие.);
* Светложгущиеся огнеупорные и тугоплавкие глины, стекло, мел, отходы фарфорового производства, огнеупорного кирпича для получения офактуренного лицевого кирпича, изготавливаемого из легкоплавких глин.

Основным сырьём для производства кирпича являются легкоплавкие глины - горные землистые породы, способные при затворении водой образовывать пластическое тесто, превращающееся после обжига при 800- 10000С в камнеподобный материал.

Легкоплавкие глины относятся к остаточным и осадочным породам. Для производства кирпича наибольшее применение нашли элювиальные, ледниково-моренные, гумидные, аллювиальные, морские и некоторые другие глины и суглинки.

Для определения возможности использования глин и суглинков для производства стеновых материалов необходимо знать их зерновой, химический и минералогический состав, пластичность и технологические свойства.

Наиболее ценной для производства кирпича является глинистая фракция, содержание которой не должно быть менее 20%.

Очень важно для характеристики глины содержание в ней глинозёма Аl2O3, повышающего технологические свойства сырья: в легкоплавких глинах оно колеблется в пределах от 10 до 15%.

Содержание кремнезёма SiO2 колеблется в пределах от 60 до 75%. В глинах часть кремнезёма находится в связанном виде в глинообразующих минералах и в несвязанном виде как примесь, обладающая свойством отощающих материалов.

Кальций содержится в глинах в виде карбонатов и сульфатов, а магний - в виде доломита. В некоторых сортах глин наличие кальция и магния в пересчете на их оксиды (CaO и MgO) достигает 25%, но, как правило, общее их содержание не превышает 5-10%. Обычно соединения кальция и магния отрицательно влияют на спекаемость и прочность керамических изделий. При наличии в глинистых породах свыше 20% карбонатных примесей они не могут использоваться без соответствующей обработки или обогащения. Оксиды железа, титана, марганца и других металлов содержатся в глинах в количестве до 10-12% и оказывают существенное влияние на целый ряд важнейших свойств керамических изделий. Наибольшее влияние оказывают оксиды железа, находящиеся в глине в виде оксида Fe2O3 и гидроокиси Fe(OH)3 и оксиды марганца MnO2. Они улучшают спекаемость изделий и придают им окраску.

Калий и натрий входят в глины в виде щелочных оксидов, содержание которых находится в пределах 3,5-5%.

Сера присутствует в глинах в различных соединениях, ее содержание не оказывает на качество стеновых керамических изделий.

Глинообразующие минералы, определяющие основные свойства глин, представляют собой в основном гидросиликаты глинозема, содержащие кремнезем и окислы железа, а также сульфаты, карбонаты и растворимые в воде соли различных металлов.

Химический, минералогический и гранулометрический состав глин, используемых для производства кирпича (см. табл.2.1.).

Таблица 2.1. Требования к глинам, предназначенным для производства керамического кирпича и керамических камней /3/.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Норма |
| Химический состав глины, %:  (не более)  (не менее)  (не более) | 85  7  2 |
| Гранулометрический состав, %:  частицы менее 1 мкм (не менее)  частицы менее 10 мкм (не менее) | 15  30 |
| Влажность карьерная, % (не более) | 25 |
| Засорённость:  Крупнозернистыми включениями более 5 мм, % (не более)  Карбонатными включениями, более 3 мм | 5  Не допускается |
| Пластичность, не менее | 6 |
| Воздушная усадка | < 7-8 % |
| Огневая усадка | < 1-2 % |
| Водопоглощение | > 6 % |
| Огнеупорность | < 1350 оС |

Для улучшения природных свойств глиняного сырья-уменьшения общей усадки, чувствительности к сушке и обжигу, улучшения формовочных свойств, широко применяют добавки.

Добавки, используемые при производстве кирпича и керамических камней, по назначению можно разделить на:

* отощающие – песок, шамот, дегидратированная глина, уносы керамзитового производства и другие минеральные невыгорающие добавки;
* отощающие и выгорающие полностью или частично – древесные опилки, лигнин, торф, лузга, многозольные угли, шлаки, золы ТЭЦ, отходы углеобогатительных фабрик и другие;
* выгорающие добавки в виде высококалорийного топлива – антрацит, кокс и другие, вводимые в шихту для улучшения обжига изделий;
* обогащающие и пластифицирующие добавки – высокопластичные жирные глины, бентонитовые глины, сульфитноспиртовая барда и другие /2,4/.

Таблица 2.2. Технические требования, предъявляемые к добавкам /3/.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Норма |
| 1. Зола Влажность, % (не более) | 55 |
| 2.Песок (крупнозернистый) Влажность, %  Фракция | 5  1,5-0,15 мм |

## 2.1 Характеристика используемого сырья

В данном проекте для производства керамического кирпича в качестве основного компонента используем глину Малоступкинского месторождения.

Таблица 2.3. Химический состав глины Малоступкинского месторождения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Оксид | SiO2 | Al2O3 | TiO2 | Fe2O3 | CaO | MgO | Na2O | SO3 | П.П.П. |
| Содержание % | 75,1 | 21,9 | 6,44 | 7,07 | 5,42 | 5,42 | \_ | 0,87 | 12,09 |

Свойства глины:

Гранулометрический состав, %:

1. частицы менее 1 мкм – не менее 15 %;
2. частицы менее 10 мкм – не менее 30 %.

Число пластичности: до 25.

Влажность 18 -22 %.

Коэффициент чувствительности к сушке 1,32 – 2,72;

Воздушная усадка 6 – 10 %.

Карбонатные включения более 3 мм не допускаются

В качестве корректирующих добавок к сырью выбираем местные промышленные отходы (золы ТЭЦ) и песок.

Золы ТЭЦ представляют собой отходы от сжигания в пылевидном состоянии каменных углей. Добавка золы ТЭЦ делает кирпич менее чувствительным к сушке и повышает его прочность. Также золы ТЭЦ действуют как выгорающая добавка, т.к в золе остаётся не выгоревшее твёрдое топливо (каменный уголь), которое выгорает, и вследствие своего выгорания интенсифицирует процесс обжига, улучшает спекаемость массы и тем самым повышает прочность изделий /4/.

Таблица 2.4. Химический состав золы ТЭЦ-2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Содержание оксидов, % | | | | | | | | |
| Зола ТЭЦ-2 | SiO2 | Al2O3 | CaO | MgO | SO3 | Na2O | Fe2O3 | П.П.П. |  |
| г. Иваново | 46,08 | 12,03 | 11 | 1,51 | 1,3 | 0,24 | 17,36 | 10 – 25 | 100 |

Влажность золы, поставляемой на завод, составляет 40 %

Таблица 2.5. Химический состав песка с Ивгоркарьера

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Содержание оксидов, % | | | | | |
|  | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | П.П.П. |
| Песок | 91,20 | 3,19 | 1,37 | <1,29 | <0,71 | 0,48 |

Физические показатели песка:

1. Объёмная насыпная масса 1,6 т/м3;
2. Модуль крупности 1,6 – 1,8

В данной работе для утилизации отходов собственного производства (4%) в качестве отощающей добавки используем шамот.

2.2 Характеристика топлива

Газообразное топливо отличается от жидкого и твердого рядом преимуществ, важнейшими из которых являются: легкое, удобное регулирование процесса горения и возможность полной механизации и автоматизации его, простота топливного хозяйства и оборудования; отсутствие золы при сжигании; лучшие санитарно-гигиенические условия труда, обслуживающего персонала.

В состав газообразного топлива входят горючая часть и балласт. Горючая часть представляет собой механическую смесь простейших горючих газов, таких как водород, метан, пропан, бутан и других газообразных углеводородов. Балластом являются негорючие газы, в том числе углекислый газ СО2, азот N2 и кислород О2. При добыче газа в его составе имеются также водяные пары, смолистые вещества, минеральная пыль. Однако перед подачей газа потребителям его очищают, в результате чего содержание примесей сводится к минимуму.

В данной работе используем топливо Угорского месторождения.

Таблица 2.6. Состав влажного (рабочего) газа, об%

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CН |  |  |  |  |  |  |  | Сумма |
| 95,8 | 0,13 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 100 |

Теплота сгорания газа: /5/.



# 3. Обоснование состава композиции

С целью получения необходимых технологических параметров продукции, составы шихт могут быть самые различные (см. табл. 3.1.).

Таблица 3.1. Некоторые шихтовые составы масс для производства керамического кирпича /3/.

|  |  |
| --- | --- |
| Материалы | Содержание, об.% |
| Глина  Опилки | 86-93  7-14 |
| Глина  Шамот | 95  5 |
| Глина  Опилки  Шамот | 82-83  10  7-8 |
| Глина  Шамот  Песок, зола | 85-90  0-5  10-15 |
| Глина  Дегидратированная глина | 60  40 |

В производстве керамического кирпича используется глина Малоступкинского месторождения, она составляет основную часть шихты-84%. Поскольку эта глина имеет число пластичности 25 и является среднечувствительной к сушке, необходим ввод добавок. Для утилизации отходов собственного производства в качестве отощающей добавки вводится шамот – 4%. Для уменьшения числа пластичности глины вводится отощающая добавка (песок)- 4% и отощающая и выгорающая не полностью (зола)-8%.

Состав шихты:

Глина – 84% (об.),

Зола – 8% (об.),

Песок-4% (об.),

Шамот – 4% (об.).

Выбранный шихтовой состав позволяет выпускать керамический кирпич марки 100, но возможны партии, имеющие марки 75 или 150, который удовлетворяет ГОСТу 530-95 по всем требованиям.

# 4. Аналитический обзор научно – технической литературы и обоснование способа производства

Глины для производства кирпича добывают открытым способом в карьерах. Открытая разработка месторождений глин включает:

1. Подготовительные работы — удаление кустарников, пней, отвод вод, устройство дорожных покрытий;

2. Вскрышные работы — удаление растительного слоя и проведение выработок, обеспечивающих доступ к глинам;

3. Добычные работы — выемка глины из массива и погрузка ее на транспортные средства.

При проведении карьерных работ учитываются физико-механические свойства пород.

На большинстве глиняных карьеров применяется валовая добыча, при которой глину разрабатывают по всей мощности уступа, без выделения отдельных пластов сырья. В отдельных случаях используют селективную (послойную) добычу глин.

Выбор добычных механизмов зависит от принятого способа формования изделий, горногеологических условий залегания сырья, его физико-механических свойств и способа выемки. При вылеживании сырья добывать его можно любыми машинами, в том числе одноковшовыми экскаваторами и канатно-скреперными установками. Вылеживание сырья весьма целесообразно при любом методе разработки глин.

В данном проекте выбираем добычу сырья с помощью многоковшового экскаватора.

На глиняных карьерах широко применяют автомобильный, рельсовый и реже конвейерный транспорт. Автомобильный транспорт является наиболее простым, надежным и маневренным. При применении экскаваторов с невысокой производительностью весьма эффективны самосвалы грузоподъемностью до 10 т.

Совместно с экскаваторами высокой производительности целесообразно использовать большегрузные прицепы с тягачами. В отдельных случаях применяют конвейерный транспорт, создающий условия для непрерывной работы добычного оборудования. Однако при неблагоприятных атмосферных условиях намокшая глина прилипает к ленте конвейера, что затрудняет его работу. На ленточные конвейеры глина поступает через погрузочные бункера, емкость которых должна быть не менее 1, 5—2-кратной емкости ковша экскаватора.

В данном проекте для доставки глины с карьера, будем применять автомобильный транспорт, а точнее самосвалы. Данный выбор связан с тем, что этот вид транспорта наиболее прост в обслуживании и легко доступен.

При использовании рыхлых глин с невысокой карьерной влажностью применяют глинохранилище простейшего типа, которые представляет собой емкость длиной 40 м и объемом от 100 м3 до 10 тыс. м3 глины. После вылеживания сырье многоковшовыми экскаваторами подается в производство. Глинохранилища обеспечивают бесперебойное и ритмичное снабжение завода сырьем независимо от метеорологических условий. В тех случаях, когда глинистое сырье содержит много больших слипшихся или смерзшихся кусков, она разрыхляется глинорыхлителями /2/.

При производстве керамического кирпича используется метод полусухого прессования и метод пластического формования, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. При наличии рыхлых глин и глин средней плотности с влажностью не выше 23-25% применяют пластический способ переработки глин; для слишком плотных глин, плохо поддающихся увлажнению и обработке с низкой карьерной влажностью (менее 14-16%),-полусухой способ переработки.

Метод полусухого прессования предусматривает предварительное высушивание сырья, последующее измельчение его в порошок, прессование сырца в пресс-формах при удельных давлениях, в десятки раз превышающих давление прессования на ленточных прессах. Преимущества технологии полусухого прессования заключается в том, что спрессованный кирпич-сырец укладывается непосредственно на печные вагонетки и на них высушивается в туннельных сушилках, или же, минуя предварительную досушку, непосредственно поступает на обжиг. Комплексная механизация производства осуществляется проще, чем при методе пластического формования. Однако технология полусухого прессования требует более совершенной системы аспирации на трактах приготовления и транспортирование порошка, использования более высокопроизводительных прессов.

Технологическая схема производства изделий с пластическим способом подготовки массы, несмотря на свою сложность и длительность, наиболее распространена в промышленности стеновой керамики. Метод формования из пластических масс исторически сложился на основе пластических свойств глин и широко используется в керамической технологии. Способ пластического формования позволяет выпускать изделия в широком ассортименте, более крупных размеров, сложной формы и большей пустотности. В отдельных случаях предел прочности при изгибе и морозостойкость таких изделий выше, чем у изделий, полученных способом полусухого прессования из того же сырья.

При переработке глин в сыром виде схема подготовки сырья несколько проще и экономичней, поскольку нужно меньше перерабатывающего оборудования, следовательно, меньше энергоемкость. Все оборудование более надежно и просто в обслуживании. Температура обжига изделий примерно на 500С ниже, чем у изделий полусухого прессования, что позволяет также снизить энергозатраты на обжиг и в какой-то мере компенсируют высокие затраты на сушку.

Недостатком способа пластического формования является большая длительность технологического цикла за счет процесса сушки сырца, продолжающегося от 1 до 3 суток. Низкая прочность формованного сырца, особенно пустотелого, большая усадка материала при сушке и наличие отдельного процесса сушки затрудняет возможность механизации трудоемких операций при садке сырца на сушку, перекладке высушенного сырца для обжига и совмещения в одном агрегате процессов сушки и обжига.

Чтобы получить изделия требуемого качества необходимо из глины удалить каменистые включения, разрушить ее природную структуру, получить пластичную массу, однородную по вещественному составу, влажности и структуре, а также придать массе надлежащие формовочные свойства. Глиняный брус формуют в горизонтальных ленточных шнековых прессах часто с вакуумированием массы /9/.

В данном проекте будем использовать схему производства изделий пластическим методом, поскольку используемая глина достаточно высокой влажности, среднепластичная.

Производство керамики должно быть обеспечено непрерывной подачей однородного глинистого материала, лишенного каменистых включений, имеющего разрушенную природную «структуру» для лучшего смачивания, сохраняющего достаточно постоянную влажность независимо от времени года и равномерно перемешенного с добавками. На керамических заводах сырьевые материалы подвергают грубому, среднему и мелкому дроблению, грубому и тонкому помолу. Обычно тонким помолом завершается механическое измельчение материалов, что обеспечивает более интенсивное их спекание, содействует снижению температуры обжига. Измельчение глинистых материалов проводят последовательно на вальцах грубого и тонкого измельчения. Каменистые включения не могут быть полностью выделены из глины общепринятыми механическими приемами – дезинтеграторными ребристыми вальцами. Опыт показывает, что при пользовании этими машинами в глине может остаться около половины (а иногда и более) камней. В дальнейшем эти камни будут в значительном своем количестве перемолоты гладкими вальцами или бегунами, что, однако, вызывает быстрый износ бандажей и частые ремонты. Бегуны мокрого помола используют при наличии в глинах трудноразмокаемых включений и для обработки плотных глин и глин, содержащих известковые включения. Предварительное (грубое) дробление непластичных твердых материалов в керамической технологии производят в щековых или конусных дробилках, работающих по принципу раздавливающего и разламывающего действия. Степень измельчения в щековой дробилке 3-10, а в конусной – 6-15. Среднее и мелкое дробление, грубый помол непластичных материалов выполняется с помощью бегунов, молотковых дробилок, валковых мельниц. Молотковая дробилка обеспечивает высокую степень измельчения (10-15), однако влажность дробимого материала не должна быть более 15%.

Подача и дозировка сырья на большинстве кирпичных заводов происходит при помощи ящичных питателей.

В настоящее время на многих керамических и кирпичных заводах широко применяется увлажнение глины паром. Этот способ состоит в том, что в массу подается острый пар, который при соприкосновении с холодной глиной конденсируется на ее поверхности. В результате пароувлажнения обрабатываемая масса нагревается до 45-60оС. Пароувлажнение имеет существенные преимущества, так как улучшается способность массы к формованию, что обуславливает уменьшение брака при формовке и повышение производительности ленточных прессов на 10-12%, снижение расхода электроэнергии на 15-20%. В результате пароувлажнения улучшаются сушильные свойства массы, что позволяет сократить продолжительность сушки сырца на 40-50%. Иногда производят дополнительную обработку керамической массы, которая осуществляется в вальцах тонкого помола, дырчатых вальцах или в глинорастирателе. Чтобы достичь однородности массы на кирпичных заводах её вылёживают, за время вылеживания масса также усредняется /9/.

На кирпичных заводах нашли наибольшее применение ленточные безвакуумные прессы и вакуум-прессы.

Глиняный брус формуют в горизонтальных ленточных шнековых прессах часто с вакуумированием массы. При работе пресса наблюдают за влажностью и качеством бруса, качеством и регулярностью поступления массы, наличием смазки. Наибольшие зазоры между витками лопастного шнека и рубашкой допускаются 5 мм и между нагнетательным валком и витками лопастного вала — 10 мм. Необходимое разрежение в вакуум-камере создается вакуумным насосом. Глина поступает в глиномешалку и верхним шнеком продавливается через решетку в вакуум-камеру, где жгутики ее разрезаются ножами и масса обезвоздушивается. Затем масса захватывается нижним шнеком и продвигается им к головке пресса, где уплотняется и равномерно выходит из мундштука.

В процессе формования изделий контролируют разрежение в вакуум-камере пресса, состояние лопастей, шнека и мундштука, влажность и температуру бруса, размеры сырца и некоторые другие величины /2/.

В данном проекте выбираем вакуум-пресс, который обеспечивает наибольшую производительность, чем безвакуумные.

Непрерывно поступающий из пресса брус сырца разрезается отрезным устройством на куски требуемой длины (2,5 м). Отрезанный кусок бруса отделяется ускорительным транспортёром и подаётся на разрезное устройство, где он принимается транспортёром специальной конструкции. После подачи бруса на разрезное устройство, транспортёр останавливается, и находящийся на нём брус, разрезается на отдельные кирпичи путём опускания и подъёма разрезного устройства, в котором поперёк направления подачи бруса натянуты разрезные элементы (струны). После окончания операции разрезки транспортёр разрезного устройства начинает двигаться и кирпич сырец перегружается на следующий транспортёр раздвижного погрузочного устройства, причём, за счёт плавной регулировки скорости этого транспортёра кирпичи могут раздвигаться на требуемое расстояние. После передачи всех кирпичей на раздвижной транспортёр, он останавливается, и находящиеся на нем кирпичи толкателем сдвигаются в поперечном направлении на вагонетки, движущиеся прямо под транспортёром с такой же скоростью. Концы разрезанного бруса при этом остаются на раздвижном транспортере. При подаче следующей группы разрезанных кирпичей, с разрезного устройства, на раздвижной транспортёр, отрезки сырца сбрасываются на транспортёр отходов и возвращаются в пресс. Таким образом кирпичи, группа за группой, поперечными рядами сажаются на вагонетку /6/.



Различают сушильные устройства для естественной и искусственной сушки сырца. В первом случае сырец высушивается атмосферным воздухом за счет солнечного тепла в летнее время, во втором – за счет тепла, получаемого от сгорания топлива. Задача организованного процесса сушки состоит в подводе энергии (тепловой или электрической) к высушиваемому изделию с наименьшими потерями и в наименьшие сроки, допустимые для целостности изделия. Большинство современных кирпичных заводов оборудовано устройствами для искусственной сушки кирпича-сырца, которые по режиму работы подразделяются на сушилки периодического (камерные) и непрерывного (туннельные) действия. Сушилки непрерывного действия (туннельные)являются наиболее современным сушильным агрегатом в кирпичной промышленности. В туннельной сушилке кирпич-сырец, находящийся на вагонетках, в течение цикла сушки перемещается через весь туннель от одного его конца к другому. Срок сушки кирпича-сырца, изготовленного из пароувлажненной массы, сокращается примерно на 30%. Расход тепла на сушку кирпича-сырца в туннельных сушилках ниже, чем в камерных. Существенным преимуществом туннельных сушилок перед камерными является то, что туннельные могут быть оснащены аппаратурой, обеспечивающей автоматическое регулирование процесса сушки. Продолжительность процесса сушки и качество высушенного кирпича-сырца в значительной степени зависят от плотности и системы садки сырца на сушильных вагонетках. Необходимо обеспечить равномерность омывания теплоносителем сырца и получение надлежащей температуры и относительной влажности теплоносителя в различных частях сушилки. Недостаток туннельных сушилок в том, что в них наблюдается расслоение теплоносителя и более интенсивная сушка сырца на верхних полках. Устранение расслоения и равномерная сушка сырца по высоте туннеля достигаются перемешиванием теплоносителя в туннеле путем устройства воздушных завес за счет дополнительной подачи воздуха сверху в отдельных местах туннеля струйками с большой скоростью.

Завершающей стадией технологии всех изделий строительной керамики является их обжиг. При обжиге изделия окончательно формируется структура материала, т.е. происходит спекание керамики, в результате чего сырец из конгломерата слабосвязанных частиц превращается в достаточно твердое и прочное тело.

Строительные материалы и изделия обжигают в промышленных печах. Промышленной печью называют установку технологического назначения, в которой посредством теплового воздействия при относительно высоких температурах изменяется агрегатное состояние обрабатываемого материала, его химический состав либо его кристаллическая структура.

Обжиг кирпича производят в печах периодического и непрерывного действия. В кирпичной промышленности из печей периодического действия применяют преимущественно камерные печи. Из печей непрерывного действия применяют главным образом кольцевые и туннельные.

Периодические печи используют для обжига кирпича на заводах малой мощности. Загрузка и разгрузка этих печей производится при сравнительно высоких температурах, что обуславливает тяжелые условия труда обслуживающего персонала. Камерные печи или горны отличаются значительной трудоемкостью обслуживания, большой неравномерностью температур по высоте печи.

Для обжига кирпича применяют кольцевые печи. Они отличаются высокой тепловой экономичностью, возможностью использования низкосортных видов топлива, перехода с одного вида топлива на другое без каких-либо значительных переделок, высокой удельной и общей производительностью.

Весьма существенным недостатком кольцевых печей является то, что в рабочей зоне садки и выгрузки (выставки) кирпича очень высокая температура: например, в рабочей зоне выгрузки температура в летние месяцы достигает 800С и более. При этом садка и выгрузка кирпича производится вручную. На новых и реконструируемых кирпичных заводах строительство кольцевых печей не производится.

Туннельные печи имеют значительные преимущества перед печами периодического действия и кольцевыми печами. Садка кирпича-сырца на вагонетки туннельных печей и выгрузка обожженного кирпича с этих вагонеток производится вне печи, в нормальных температурных условиях, что значительно облегчает труд обслуживающего персонала и дает возможность механизировать трудоемкие процессы садки и выгрузки кирпича. В туннельных печах можно осуществить полную автоматизацию управления режимом обжига. К достоинствам туннельных печей относится и то, что у них температурный перепад в различных участках обжига незначителен.

Многорядовые (по высоте) туннельные печи, применительно к обжигу стеновой керамики, обладают крупным недостатком – большим перепадом температур по высоте, достигающим в зоне подогрева 420 0С, который на участке максимальных температур уменьшается до 20-40 0С. Борьба с этим перепадом осуществляется главным образом путем рециркуляционных потоков газов («завес»), нагнетаемых вентиляторами как в зоне подогрева, так и в зоне охлаждения на нескольких позициях по длине печного канала. Борьба эта не всегда успешна.

Второй недостаток – трудности настройки аэродинамического режима.

Лучшие условия эксплуатации туннельных печей достигается при наличии давления или разряжения в зоне обжига порядка 0,1-0,3мм вод.ст. и не выше 1 мм вод.ст. во избежание выбивания горячих газов и быстрого износа вагонеток.

Совершенствование конструкций туннельных печей с целью увеличения обжигаемой физической массы изделий (увеличение теплоемкости), совершенствование горелок для развития длины факела, а также полноты сжигания жидкого топлива, улучшение теплоизоляции пода – все это приводит к определенным успехам, но не исключает необходимости разработки и совершенствования конструкций печей для однорядного скоростного обжига.

В конструктивном отношении современные туннельные печи обладают некоторыми особенностями. Конструкция свода плоская, что упрощает постройку печи, позволяет расширить печной канал и обеспечить работу автомата – укладчика. Толщина кладки стен туннельных печей снижена до 0,5м., благодаря применению огнеупорных блоков 30-40% пористости, наружная поверхность стен покрыта дюралюминием с хорошей отражательной способностью. Поверх свода помещена теплоизоляция в виде вспученного вермикулита. Кладку пода (на вагонетках) осуществляют из крупных огнеупорных фасонных блоков, изготовленных из пористого (30-40%) корундомуллитового, кордиеритового или дистенового огнеупора, обеспечивающего огнеупорность, теплоизоляцию и постоянство объема.

Наблюдается тенденция увеличения ширины туннельной печи, что возможно при переходе на более совершенный способ сжигания топлива с получением длинного факела горения и равномерным развитием температурного поля /9/.

Для обжига и сушки кирпича также используют туннельные печи-сушила, которые совмещают в одном агрегате печь и сушило. Принцип работы изложен ниже.

В туннеле интенсивной сушки, работающему по принципу противотока, кирпичи движутся стоя в один слой, через участки с различными температурными режимами и интенсивной вентиляцией. Благодаря чему обеспечивается быстрая, равномерная сушка. Для высокочувствительных изделий может быть предусмотрено применение дополнительных зонных нагревателей. В зоне сушильного туннеля подмешивается горячий воздух из печного пространства.

После прохождения подсушки вагонетки с садкой перемещаются загрузочным механизмом, который находится на противоположном конце сушилки, в печь для обжига, расположенную над сушилкой. В печи интенсивного обжига кирпича обжиг производится пламенем, направленным равномерно сверху. По длинному узкому туннелю печи навстречу теплоносителю, непрерывно, вплотную одна к другой, передвигаются вагонетки с обжигаемым изделием через постоянные тепловые зоны подогрева, обжига и охлаждения. Сначала вагонетки с изделиями подогреваются продуктами горения, отходящих из зоны обжига, затем проходят через зону обжига, где подвергаются воздействию газов высокой температуры и, наконец остывают отдавая тепло стенкам туннеля или непосредственно охлаждаясь воздухом.

По всей длине печи между стенками и вагонетками имеется песочный затвор и лабиринт. Они служат для уменьшения газообмена между обжигательным каналом печи и подвагонеточным пространством. Печь работает на газообразном топливе и оборудована горелками. В зоне обжига установлено 5 групп горелок по 8 штук в каждой. Горячий воздух из печи отбирают в нескольких местах по длине зоны. Увеличение сечения отборных окон и канала, соединяющего печь с сушилкой, обеспечивает почти полный отбор тепла охлаждающихся изделий и вагонеток, и передачу его в сушилку.

С помощью автоматических контрольных устройств системы интенсивной сушки и обжига кирпича, а так же благодаря малой высоте садки, как в сушильном туннеле, так и в туннеле обжига могут быть достигнуты значительно более короткие сроки сушки и обжига по сравнению с обычными сушилами и печами.

Наиболее важным преимуществом является значительное повышение культуры производства на кирпичных заводах, улучшение санитарно-гигиенических условии труда и возможность полной механизации трудоёмких ручных процессов.

В данной работе выбираем интенсивную технологию обжига, т.к. в этом устройстве происходит совмещение сушки и обжига, а также могут быть достигнуты значительно более короткие сроки сушки и обжига по сравнению с обычными сушилами и печами. Эта технология состоит из единой линии от запасного пути после печи обжига до автомата укладчика.

Кирпич снимается с вагонеток, устанавливается на поддоны, упаковывается в транспортные пакеты и транспортируется с помощью автопогрузчика. На кирпичных заводах применяются автопогрузчики самых различных типов со щитовыми захватами и с зажимами. Вилочные зажимы работают от гидравлической системы либо приводятся в действие от веса поднимаемого пакета.

В данной работе выбираем автопогрузчик с вилочным зажимом, т.к он манёвренный и лёгок в эксплуатации.

После чего кирпич отправляется на склад готовой продукции, находящийся на открытых асфальтированных площадках, расположенных на территории предприятия. Склад готовой продукции оборудован мостовыми кранами для загрузки поддонов с кирпичом в автомобили.

5. Технологическая схема цеха формования, сушки, обжига

Транспортировка

(ленточный конвейер)

Формование (вакуум-пресс) W=21%

Резка бруса (отрезное устройство)

Транспортировка отрезанного бруса (отрывной транспортер)

Обрезки сырца

Резка

(струнный резательный аппарат)

Укладка кирпича на сушильные вагонетки

(универсальный автомат – садчик кирпича)

Транспортировка сушильных вагонеток

(электропередаточная тележка)

Хранение и транспортировка (буферный туннель)

Загрузочно-выгрузочный механизм

Сушка (система интенсивной сушки ) =6-8%, r=37 ч.,t=600С



Загрузочно-выгрузочный механизм

Обжиг (система интенсивного обжига) r=60 ч.,t=10000С

Разгрузка

Упаковка

(автомат пакетирования)

Транспортировка

(Автопогрузчик)

Склад готовой продукции

5.1 Описание технологической схемы

Тонко измельчённое сырьё от вальцов, ленточным конвейером подаётся в глиномешалку вакуумного пресса, предназначенного для вакуумирования и формования сырца. Далее в технологии производства кирпича, проектом, принята система интенсивной сушки и обжига кирпича, включающая в себя:

1. универсальный автомат (погрузка и разгрузка вагонеток);
2. система транспортировки вагонеток;
3. система интенсивной сушки и обжига;
4. установка съёма и пакетирования кирпича;

Непрерывно поступающий из пресса брус сырца разрезается отрезным устройством на куски требуемой длины (2,5 м). Отрезанный кусок бруса отделяется ускорительным транспортёром и подаётся на разрезное устройство, где он принимается транспортёром специальной конструкции. После подачи бруса на разрезное устройство, транспортёр останавливается, и находящийся на нём брус, разрезается на отдельные кирпичи путём опускания и подъёма разрезного устройства, в котором поперёк направления подачи бруса натянуты разрезные элементы (струны). После окончания операции разрезки транспортёр разрезного устройства начинает двигаться и кирпич сырец перегружается на следующий транспортёр раздвижного погрузочного устройства, причём, за счёт плавной регулировки скорости этого транспортёра кирпичи могут раздвигаться на требуемое расстояние. После передачи всех кирпичей на раздвижной транспортёр, он останавливается, и находящиеся на нем кирпичи толкателем сдвигаются в поперечном направлении на вагонетки, движущиеся прямо под транспортёром с такой же скоростью. Концы разрезанного бруса при этом остаются на раздвижном транспорте. При подаче следующей группы разрезанных кирпичей, с разрезного устройства, на раздвижной транспортёр, обрезки сырца сбрасываются на транспортёр отходов и возвращаются в пресс. Таким образом, кирпичи, группа за группой, поперечными рядами сажаются на вагонетку.



Загруженные вагонетки с помощью цепного толкателя загружаются в накопительный (буферный) туннель, для предварительного подогрева, пройдя который, вагонетки попадают на загрузочно-выгрузочный механизм, который загружает их в сушилку. В туннеле интенсивной сушки (t=600C), работающему по принципу противотока, кирпичи движутся стоя в один слой, через участки с различными температурными режимами и интенсивной вентиляцией. Благодаря чему обеспечивается быстрая, равномерная сушка. Для высокочувствительных изделий может быть предусмотрено применение дополнительных зонных нагревателей. В настоящем проекте в зоне сушильного туннеля подмешивается горячий воздух из печного пространства. Отработанный теплоноситель после очистки поступает в атмосферу. Для нормального протекания процесса сушки сырца, т. е. для того, чтобы изделия высыхали с максимальной равномерностью и без деформаций при минимальном расходе топлива и в минимальный срок, необходимо создать условия для интенсивной влагоотдачи с единицы поверхности изделия.

После прохождения сушки кирпичи с сушильных вагонеток автоматом-садчиком переносятся на обжиговые. В печи интенсивного обжига кирпича обжиг производится пламенем. Обжиг проводят в печи при температуре 1000оС. В качестве теплоносителя используются продукты сгорания газа. При обжиге за счет удаления влаги и сближения в результате этого частиц, вследствие фазовых и химических превращений, частичного получения жидкой фазы протекают структурообразующие процессы. Из печи забирается горячий воздух на сушку в сушило, а отработанные дымовые газы после очистки выбрасываются в атмосферу.

Пройдя обжиг, вагонетки попадают на начальное загрузочное устройство которое перемещает их на пути расположенные над буферным туннелем. Затем, кирпич снимается с вагонеток, устанавливается на поддоны и упаковывается в транспортные пакеты. После чего отправляется на склад готовой продукции, оборудованный мостовыми кранами для загрузки в автомобили /5/.

6. Теоретические основы технологического процесса

6.1 Формование кирпича

Формованием называется процесс придания массе заданных форм и размеров, т. е. получения заготовки (полуфабриката) издания. Структура заготовки в значительной мере определяет строение и свойства изделий после обжига. При формовании стремятся максимально увеличить содержание твердой фазы, чтобы снизить усадки в сушке и обжиге.

Пластичность глин предопределяет наличие специфических деформационных свойств — малой вязкости и достаточно высокого предела текучести.

Показателем формовочных свойств масс является соотношение между внешним и внутренним трением. Считают, что формование возможно, если внутреннее трение массы (когезия) больше, чем трение о формующий орган машины (аутогезия). Для оценки формовочных свойств используют коэффициенты внутреннего трения и сцепления массы. Из уравнения Кулона-Мора следует, что сопротивлением массы σПР сдвигу определяется коэффициентом внутреннего трения f, сцеплением С и действующим сжимающим напряжением σ:

σПР= σf + С.

Основные свойства пластичной формовочной массы зависят от минерального состава, формы и размеров частиц твердой фазы, вида и количества временной технологической связки, интенсивности образования гидратных слоев на поверхностях частиц. С увеличением содержания жидкой фазы коэффициент внутреннего трения растет, проходя через максимум. Другие показатели уменьшаются монотонно, но с разной интенсивностью. Это позволяет для каждой массы выбрать оптимальное значение формовочной влажности. Лучшие формовочные свойства имеет масса с максимально развитыми слоями физически связанной воды при минимальном содержании свободной воды в системе.

Возрастание дисперсности твердой фазы увеличивает количество контактов между частицами в единице объема и прочность. Одновременно растут оптимальная формовочная влажность, предел текучести, вязкость, модули деформации, коэффициент внутреннего трения и связность массы, повышается пластичность.

Чрезмерное повышение дисперсности увеличивает усадки в сушке и обжиге, поэтому оптимальный зерновой состав должен обеспечивать создание каркаса из сравнительно крупных зерен для повышения предела текучести и уменьшения усадок.

Пластическое формование осуществляют тремя способами: выдавливанием, допрессовкой и раскаткой. Во всех случаях механические напряжения не превышают 1—30 МПа, масса содержит 30—60% жидкости по объему. Заготовка сохраняет форму благодаря наличию предела текучести.

Важнейшей задачей при пластическом формовании является подбор оптимальной формовочной влажности. Для оценки формовочной влажности WФ по П.А. Ребиндеру используют зависимость пластической прочности структуры Рm, от влажности Wабc (рис. 6.1.).

Влияние влажности на основные параметры пластичной массы:

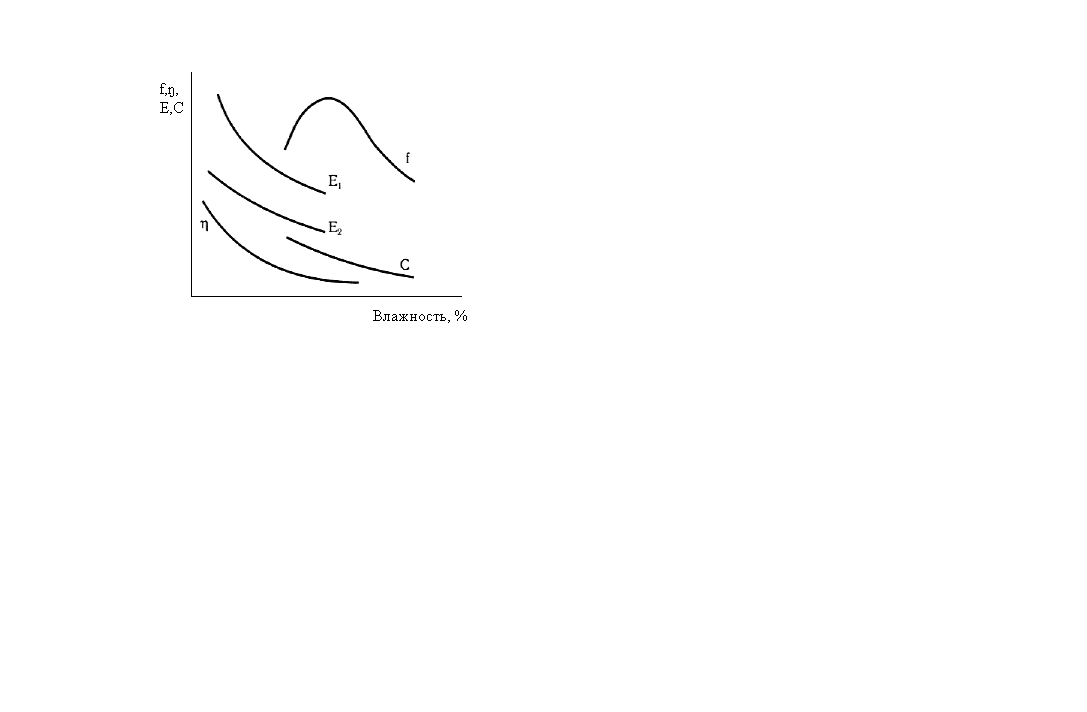


Рис.6.1. f – коэффициент внутреннего трения; Е1 и Е2 – модули быстрой и замедленной обратимой деформации; С – сцепление; η – вязкость.

Пластической прочностью называют механическое напряжение, которое способна выдерживать масса без нарушения сплошности. Считают, что формовочной влажности соответствует точка перехода зависимости Рm - влажность от прямолинейного участка. В заводской практике формования на вакуумных прессах ведут обычно при влажности на 1-3% меньше.

Чем сложнее форма изделия, тем при более высокой влажности проводят формование. Для его облегчения иногда в массы добавляют высокопластичные монтмориллонитовые глины.

Выдавливание является окончательной операцией формования изделий грубой строительной керамики (кирпич) и промежуточным этапом переработки пластичной тонкокерамической массы перед раскаткой и допрессовкой. Выдавливание может быть горизонтальным и вертикальным. Его осуществляют на шнековых вакуумных прессах. В шнековом прессе при движении массы возникает сложное объемно-напряженное состояние. Лопасти шнека сообщают массе поступательное и вращательное движение, а стенки корпуса пресса замедляют перемещение массы в прилегающим к ним слоям. По мере продвижения массы к головке пресса ее вращение замедляется, но периферийные слои движутся с большей скоростью. Окончательно уплотняет массу последний виток шнека. Он выжимает массу из цилиндра в головку пресса с различными по сечению скоростями, сообщая ей частичное вращение.

Распределение скоростей течения пластической (а) и тощей (б) масс в головке шнекового пресса.

а) б)

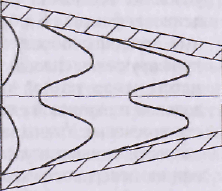
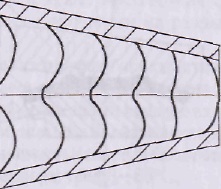


Рис.6.2.

Шнековые (ленточные) вакуумные прессы имеют высокую производительность и являются агрегатами непрерывного действия, однако требуют «мягких» масс. В заготовке могут возникать дефекты, связанные с неравномерным движением массы.

Под действием бокового давления линейная скорость массы у стенки меньше, а окружная выше, чем в центре. В массе образуются два параболоидальных потока, скорости которых в мундштуке постепенно выравниваются. Более пластичные массы характеризуются большим градиентом скоростей по сравнению с жесткими (рис. 6.2.). Для снижения неравномерности течения используют шнеки с переменным шагом винта и двухзаходной выпорной лопастью. Крупнозернистые включения снижают склонность массы к расслаиванию.

Выдавливание сопровождается образованием анизотропной структуры масс, так как пластинчатые частицы глины ориентируются своей тонкой гранью в направлении максимальной скорости течения. Анизотропия проявляется в неравномерной усадке и различной прочности образцов в разных направлениях.

При неблагоприятных условиях возможно появление дефектов. S-образные трещины образуются при нарушении сплошности массы из-за разной продольной и окружной скорости ее течения. Уменьшение скорости течения в углах или на поверхности кернов для слабосвязанных масс приводит к образованию «драконова зуба» и «малых надрезов».

Дефекты устраняют подбором размеров головки пресса и мундштука (отношение длины к диаметру должно быть не менее 4, увеличиваясь для сильно пластичных и жестких масс), конусности мундштука, смазкой головки и мундштука. Эффективно применение вибрирующих головок или вставок и ультразвуковое разжижение масс /1/.

Сформованный кирпич в дальнейшем подвергается сушке.

6.2 Сушка полуфабриата

Сушкой называют удаление воды из влажного керамического полуфабриката или сырья испарением. Наиболее ответственной является сушка высоковлажного полуфабриката изделий хозяйственной и строительной керамики, изготовленного пластическим формованием или шликерным литьем и содержащего значительное количество глинистых компонентов.

Процесс сушки керамических изделий представляет собой превращение содержащейся в них воды из жидкого состояния в парообразное и последующее удаление ее в окружающую среду. При этом необходимым условием сушки является наличие внешнего источника тепла, нагревающего изделия. Наиболее ответственной является сушка высоковлажного полуфабриката изделий хозяйственной и строительной керамики, изготовленного пластическим формованием.

Находящаяся в керамических массах и изделиях вода делится на физическую и химически связанную.

Физической называется та часть воды материала, которая не входит ни в какие соединения с ним. Физическая вода находится в изделии в жидком или парообразном состоянии и может быть удалена полностью при нагреве материала до 100-110°С. При этом керамическая масса становится непластичной, но с добавлением воды пластические свойства массы восстанавливаются.

Химически связанной водой называется вода, находящаяся в химическом соединении с отдельными элементами керамической массы, так например . Удаление химически связанной воды происходит при более высоких температурах - от 500° и выше. При этом керамическая масса безвозвратно теряет свои пластические свойства.



При сушке изменяется от коагуляционных к конденсационным природа контактов между частицами твердой фазы за счет удаления механически и физико-химически связанной воды. Химически связанная вода в сушке не удаляется.

Простейшим видом сушки является сушка изделий на воздухе, когда испарение влаги из материала происходит за счет тепловой энергии солнца. В настоящее время сушка изделий осуществляется за счет тепла, получаемого от специальных установок.

Анализируя процессы, происходящие при сушке материалов, необходимо отметить следующее:

1) содержащаяся в материале вода при температуре 80-90оС испаряется. В этом случае имеет место поверхностное испарение или так называемая внешняя диффузия влаги;

2) при испарении влаги с поверхности материала в окружающую среду влага из внутренних слоев изделия перемещается к его поверхности. Происходит так называемая внутренняя диффузия влаги.

Если в процессе сушки замерять температуры материала и окружающей среды, то обнаруживается, что температура изделия ниже температуры воздуха. Следовательно, во время сушки поверхность твердого тела, имеющего относительно низкую температуру, соприкасается с газом, нагретым до более высокой температуры. Между ними происходит теплообмен. Поэтому процесс сушки можно рассматривать как комплекс параллельно протекающих явлений:

а) испарения влаги с поверхности материала;

б) внутренних перемещений (диффузии) влаги в материале;

в) теплообмена между материалом и окружающей газообразной средой.

При испарении влаги с поверхности изделий влажность поверхностных слоев по сравнению с внутренними слоями уменьшается и возникает так называемый перепад (градиент) влажности.

Внешним показателем процесса сушки является изменение веса материала во времени. Графическое изображение зависимости влажности материала от длительности сушки носит название кривой сушки. Характер кривой определяется влажностью и размерами изделия, способом его формования, а также температурой, влажностью и скоростью теплоносителя. Совокупность указанных факторов определяет режим сушки. Режимом сушки называется изменение интенсивности влагоотдачи изделия путем изменения температуры, относительной влажности и скорости движения теплоносителя.

Изменение режима сушки вызывает изменение интенсивности влагоотдачи изделия, которая определяется количеством влаги, испаряемой с единицы поверхности высушиваемого изделия в единицу времени.

Интенсивность влагоотдачи измеряется в граммах на 1 м2 в час.

Режим сушки регулируют, изменяя температуру или количество теплоносителя, подаваемого в сушилку /5/.

Сушка зависит от параметров окружающей среды (температуры, влажности и скорости движения теплоносителя), формы связи влаги с материалом, состава, структуры, влажности и температуры полуфабриката.

Различают кинетику сушки (изменение средних значений влажности и температуры заготовки во времени) и ее динамику (изменение влажности и температуры в каждой точке заготовки). Распределение меняющихся во времени полей влажности и температуры в объеме изделия определяет возможность появления опасных напряжений и брака.

Если сушку проводят при малых перепадах температуры между полуфабрикатом и средой, малых скоростях и высокой влажности теплоносителя, то влажность полуфабриката медленно уменьшается от исходной w0, а температура повышается до температуры мокрого термометра tМ. Центр заготовки прогревается медленнее, чем поверхность. Это период прогрева полуфабриката.

На втором этапе (период постоянной скорости сушки) влажность заготовки меняется по линейному закону при постоянной температуре.

После достижения критической влажности Wкp температура поверхности заготовки увеличивается, приближаясь к температуре сухого термометра tСУХ, скорость сушки уменьшается, а влажность асимптоматически приближается к равновесной Wp. Температура в объеме полуфабриката растет медленнее, чем на поверхности. Этот период называется периодом падающей скорости сушки. Величина критической влажности Wкp зависит от скорости сушки, размеров и строения полуфабриката. Равновесная влажность Wp зависит от температуры и влажности в помещении. Сушить полуфабрикат до влажности меньше Wp нецелесообразно. Обычно отформованные заготовки сушат до влажности 6-8%, а золо-песчаную смесь до 13%.

Золо-песчаную смесь сушат в сушильном барабане до влажности 13% при t=110 °С. Все процессы происходящие при сушке золо-песчаной повторяют сушку полуфабриката.

При сушке испарение воды происходит диффузионным путем. Движущей силой является разность парциальных давлений пара у поверхности и в объеме теплоносителя. Уменьшение влажности во внешних слоях заготовки сопровождается появлением градиента влажности в ее объеме, что вызывает диффузию капельножидкой воды из объема заготовки к поверхности.

Диаграмма сушки полуфабриката

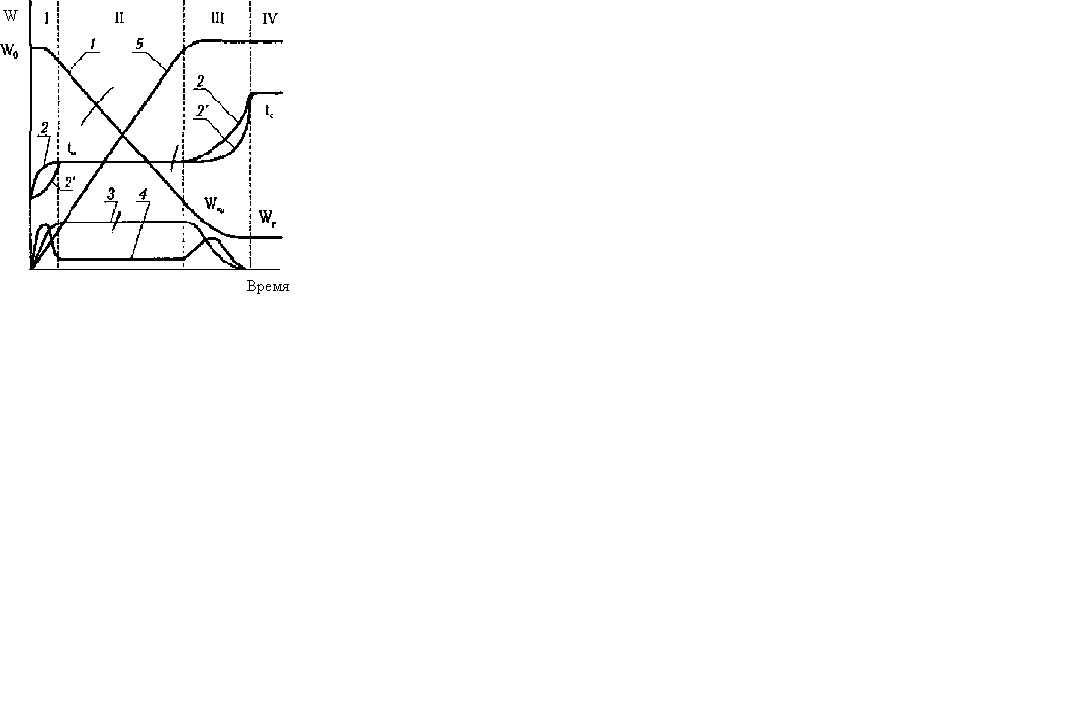


Рис.6.3. I – период подогрева; II – период постоянной скорости сушки; III – период падающей скорости сушки; IV – гигроскопическое состояние; 1 – влажность; 2,2`- температура поверхности и центра; 3 – скорость сушки; 4 – градиент температуры; 5 – усадка.

При наличии градиента температуры на процесс влагопроводности накладывается процесс термовлагопроводностни: вода стремится переместиться в области с меньшей температурой. Термовлагопроводность связана с уменьшением поверхностного натяжения и вязкости воды при повышении температуры и движением пузырьков воздуха в капиллярах. При интенсивном подводе теплоты возможно испарение влаги в глубинных слоях заготовки и удалении воды по механизму паропроводности. Движущей силой процесса является перепад давления водяного пара.

Интенсивность сушки может быть повышена несколькими способами или их комбинацией:

- совмещением направления процессов влагопроводности и термовлагопроводностни при увеличении температуры заготовки по сравнению с температурой окружающей среды (теплоносителя); этот способ используют при сушке полых изделий (электроизоляторов, тиглей), помещая нагреватели во внутреннюю полость заготовки.

- увеличением коэффициента влагопроводности путем повышения пористости заготовки и размеров частиц твердой фазы.

- снижением общего давления в сушиле.

При удалении воды в порах заготовки образуются вогнутые мениски жидкости. Капиллярное давление увеличивается, уменьшается толщина прослоек жидкости, частицы сближаются, образуя каркас. При влажности, близкой к критической, капиллярные силы уравновешиваются силами трения, сближение частиц и усадка заготовки прекращается. Дальнейшее снижение влажности происходит за счет освобождения объема пор без изменения размеров.

Изменение размеров полуфабриката в сушке характеризуют линейной или объемной усадкой, выраженной в процентах.

Усадка зависит от влажности заготовки и размера частиц твердой фазы. Линейная усадка в сушке заготовок пластического формования составляет 6-8%.

Величины критической влажности и усадки зависят от режима сушки. Наибольшую усадку имеют заготовки, высушенные в равновесных условиях. Чем выше температура и ниже влажность теплоносителя, тем меньше усадка. Рост градиента влажности в объеме заготовки увеличивает разницу между фактической и максимально возможной усадками. Эта разница (недопущенная усадка) вызывает появление механического напряжения. Если последнее превысит предел прочности материала, то в теле заготовки образуется трещина.

Причиной появления трещин в период постоянной скорости сушки полуфабриката является перепад влажности между наружными и внутренними частями заготовки.

Продолжительность сушки зависит от толщины высушиваемого изделия и не зависит от его плотности и площади поверхности.

В период падающей скорости сушки усадки отсутствуют, поэтому сушку можно интенсифицировать, повысив температуру и скорость движения теплоносителя.

В процессе сушки могут возникать различные дефекты.

Тотальные трещины, проходящие через тело заготовки, возникают из-за больших скоростей прогрева заготовки, имеющей малый коэффициент влагопроводности, на первой стадии сушки.

Срединные трещины возникают после образования жесткого каркаса частиц на краях заготовки, препятствующего усадке влажных центральных частей. Предотвратить образование краевых и срединных трещин можно, покрыв края влагоизолирующим веществом (маслами, растворами сульфитно-спиртовой барды или поливинилового спирта и т. п.).

Рамочные трещины могут возникнуть при трении заготовки о подставку в процессе усадки. Этот вид брака характерен для кирпича пластического формования. Его можно предотвратить, периодически перекладывая изделия с грани на грань и используя подсыпки (песок, опилки, шамот).

Микротрещины и волосяные трещины возникают при адсорбции воды из воздуха или дымовых газов высушенным полуфабрикатом. Этот вид брака можно предотвратить, прекратив сушку при влажности несколько выше, чем максимальная влагоемкость материала при данной температуре.

Коробление изделий может возникнуть при односторонней сушке плоских изделий, например облицовочных плиток, при анизотропной структуре полуфабриката, неравномерном распределении влаги в заготовке./1/.

6.3 Обжиг полуфабриката

Важнейшие физико-химические процессы, обеспечивающие качество продукта, происходят при обжиге.

Процесс обжига керамического кирпича может быть условно разделен на четыре периода:

1. подогрев до 200°С и досушка-удаление физической воды из глины;
2. дальнейший нагрев до 700°С «на дыму» и удаление химически связанной воды из глины;
3. «взвар» - до температуры обжига 980-1000°С - созревание черепа;
4. охлаждение, «закал» - медленное до 500°С и быстрое от 500 до 50°С обожженных изделий.

Такое производственное деление на периоды не вскрывает сущности реакций в керамической массе при обжиге. При производственном обжиге керамических изделий никогда не достигается термодинамическое равновесие.

Можно отметить семь главных видов реакций, протекающих в рядовых глинистых массах при обжиге /8/:

1) выделение гигроскопической воды из глинистых минералов и воды из аллофаноидов, если таковые присутствуют в глине (t=200 °С);

2) окисление органических примесей (t=300-400 °С);



3) выделение конституционной воды, т. е. дегидратация глинистых минералов

(t=450-900°С);



4) реакции декарбонизации и десульфуризации (t=650-900 °С);



5) образование новых кристаллических фаз t=920 °С;



6) жидкофазные реакции и образование стекловидного расплава t1000°С;



Например:



7) процессы, происходящие в добавках и реакции взаимодействия глинистых составляющих с этими добавками (в частности, песком, золой, опилками).



Известно, что керамические образцы, обожженные в восстановительной и в восстановительно-окислительной средах, приобретают структуру нормально обожженного черепа примерно на 100°С раньше, чем в окислительной среде; кроме того, существенно влияет Fe2+ на процесс последующей перестройки ионов метафазы в стабильные фазы. Поэтому присутствие Fe2+ в глинах благоприятствует образованию новых фаз, улучшающих качество изделия строительной керамики.

Группа реакций в твердых фазах глин, обязанных диффузионным процессам (диффузия происходит благодаря перепаду химического потенциала на границе фаз), довольно узко описывается известными уравнениями кинетики и характеризуются сравнительно.разными механизмами этих процессов.

Реакции 1, 2 в окислительных условиях и 3 - в восстановительных условиях (рис. 6.1) таков /3/:



Не менее важную роль играет и газовая среда в печи, которая влияет на процессы, протекающие при формировании черепка, и поэтому она также должна регламентироваться режимом обжига. Эта среда может быть окислительной, нейтральной и восстановительной.

Окислительная среда характеризуется избытком воздуха против того количества, которое теоретически необходимо для полного сгорания топлива.

Присутствие 4-5% кислорода в продуктах горения при обжиге изделий грубой керамики типично для окислительной среды. Содержание кислорода в пределах 8-10% свидетельствует о сильно окислительной среде и полезно при интенсивном выгорании органических веществ массы.

Образование жидкой (стекловидной) фазы в гидрослюдистых глинах начинается по крайней мере с 700°С, но заметное развитие эти фазы получают лишь при температурах на 150-200°С выше. Появление стеклофазы содействует дальнейшему растворению в ней некоторой части минеральных составляющих глины и новому минералообразованию. Стеклофаза обеспечивает спекание и образование черепа. С физической стороны действие стеклофазы характеризуется усадкой изделия. В зависимости от степени развития стеклофазы, что регулируется выдержкой и созреванием черепа, можно сообщить ему ту или иную плотность (пористость). Именно в этом процессе и состоят операции выдержек - «взвар» и начала охлаждения - «закал», которые необходимо осуществлять: «взвар» - в пределах температур 980-1000°С и «закал» - до 800°С, а также длительностей для получения кирпича должного качества - ярко-красного (не алого) по цвету и звонкого при ударе. Кроме того, выдержка необходима для выравнивания температурного поля в печи.

Спекание материала - существенный момент процесса обжига, так как к этому времени заканчивается формирование керамического изделия. Окончание спекания изделия характеризуется прекращением его усадки. Условными показателями спекшегося материала являются его водопоглощение.

Спекаемость глины зависит от содержания в ней плавней и степени их дисперсности.

На процесс формирования керамического черепка влияют: химический и гранулометрический состав сырья, соотношение компонентов в массе, а также температурно-газовый режим обжига.

Процесс спекания первоначально пористого тела начинается с образования контактов между частицами и их роста по мере повышения тем пера туры. Модель стадии припекания двух сферических частиц с образовавшейся перемычкой представлена на рис. 6.4. Вогнутая поверхность образующейся перемычки, растягиваемая силами поверхностного натяжения, становится участком повышенной концентрации вакансий, т. е. их источником. Выпуклая часть поверхности, сжимаемая силами поверхностного натяжения, а также межкристаллическая граница на участке контакта являются поглотителями вакансий. Таким образом, объемный диффузионный поток атомов направляется на поверхность перешейка и увеличивает его диаметр. Поскольку часть потока вещества, направленного к поверхности перешейка, выносится из области межчастичного контакта, частицы сближаются, происходит усадка и уплотнение пористого тела. На рис.6.4 показано: г0 - радиус частиц; - расстояние между центрами сфер в момент начала припекания частиц; максимальное сближение до соприкосновения сфер



()



Схема спекания с участием жидкой фазы и стягивания двух твёрдых сферических частиц

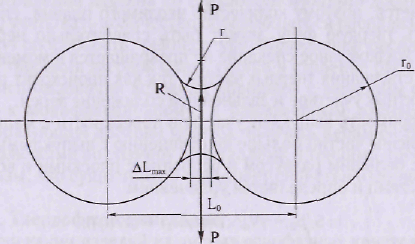


Рис.6.4.

Действительный процесс намного сложнее приведенной модели, что обусловлено разнообразием формы, размеров припекающихся частиц и конфигурации контактов между ними; присутствием других источников образования и стока вакансий; наличием не только объемной, но и поверхностной диффузии /1/.

Образующиеся в процессе обжига глин и керамических масс легкоплавкие соединения проявляют себя двояким образом. Во-первых, они действуют химически, растворяя частицы минералов, образуя жидкую фазу и выделяя из раствора новые, более устойчивые мниералообразования, именуемые эвтектическими смесями. Во-вторых, они действуют физически, благодаря своей энергии поверхностного натяжения, сближая и уплотняя твердые частицы глины.

Обжиг изделий грубой строительной керамики ведется до появления минимального количества легкоплавких соединений, которые связывают дегидратированные частицы глинообразующих минералов и зерна кварца, что и обеспечивает достаточную механическую прочность изделий.

Охлаждение обожженных изделий — не менее ответственная операция. При 800-780°С череп изделия строительной керамики находится в пиропластическом состоянии и переходит в твердое состояние, поэтому необходимо замедлять охлаждение во избежание появления напряжений, которые могут разрядиться местными разрывами (трещинами). Считают опасным также участок 650- 500°С в связи с обратимым превращением

.



Из всего выше сказанного можно сделать вывод что, большое значение имеет подбор температурного режима обжига. Он должен быть таким, чтобы реакции дегидратации, декарбонизации, окисления и восстановления отдельных компонентов, составляющих глину, не налагались бы на реакции образования легкоплавких эвтектик. Эти реакции должны следовать одна за другой, но практически, вследствие сложного состава керамических масс, образование жидких соединений начиняется обычно ранее, чем закончатся декарбонизация, окисление и т. д.

Температурный режим при выдержке и охлаждении определяется главным образом видом, формой и размерами изделий, а также температурным интервалом модификационных превращений в материале /3/.

## 7. Контроль производства по цеху

Современный этап производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов характеризуется расширением ассортимента, повышением качества, возрастанием единичной мощности технологических линий, внедрением поточных технологий. Все это требует коренного совершенствования структуры, методов и средств контроля производства.

Технический контроль – это проверка соответствия объекта (материала, изделия или процесса) установленным требованием, что относится к системе государственных испытаний, а значит, подчиняется правилам стандартизации и сертификации.

Стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования реально существующих или потенциальных задач. Результатом этой деятельности является разработка нормативных документов. В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержание установленных к нему требований различают стандарты основополагающие, на продукцию или услуги, а также стандарты на процессы, на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Сертификация – подтверждение соответствия товара обязательным нормативным требованиям, которое сопровождается выдачей сертификата соответствия.

Любой контроль можно свести к осуществлению двух этапов:

* получение первичной информации о фактическом состоянии объекта, о признаках и показателях его свойств;
* сопоставление первичной информации с заранее принятыми требованиями, нормами, критериями, обнаружение соответствия или расхождений фактических и требуемых данных, что дает вторичную информацию.

Вторичная информация используется для выработки соответствующих управляющих воздействий, совершенствование производства, повышения качества продукции и т.п.

Основными задачами системы контроля являются:

* определение качества поступающих на завод материалов;
* установление состава и свойств потоков материалов в процессе производства;
* слежение за параметрами технологического процесса по всем производственным переделам;
* контроль качества и сертификация (паспортизация) продукции;
* анализ и обобщение результатов контроля по всем переделам с целью совершенствования технологического процесса.

Для решения этих задач система контроля производства должна включать в себя ряд подсистем.

Подсистема общезаводского технологического контроля (центральная заводская лаборатория) должна обеспечивать определение состава и свойств исходного сырья, топлива, добавок, вспомогательных материалов, полуфабрикатов и готовой продукции в объеме, достаточном для практического осуществления процесса оптимизации производства по всему заводу.

Подсистема оперативного технологического контроля (обслуживающий персонал основного производства, цеховые лаборатории) занимается определением состава и свойств материалов на входах и выходах конкретных технологических участков производства и контролем соответствия получаемых результатов требуемым значениям. Объем определений здесь должен быть минимально необходимым и не требующим сложного оборудования для осуществления контроля.

Подсистема параметрического контроля (служба контрольно-измерительных приборов и автоматизированных систем управления, КИП и АСУ) оценивает состояние оборудования и режимы его работы, контролирует технологические параметры, измеряет расходы в технологических потоках, уровни в емкостях и т.д.

Подсистема технического контроля (отдел технического контроля, ОТК) обеспечивает контроль качества и соответствие выпускаемых материалов и изделий действующей нормативной документации (государственным или отраслевым стандартам, техническим условиям, стандартам предприятия), а также осуществляет сертификацию (паспортизацию) продукции. В функции ОТК входит не только фиксирование появления некачественной продукции, но и предупреждение подобных фактов. С этой целью ОТК контролирует качество поступающих на предприятие материалов, соблюдение установленной технологии, устанавливает причины, вызывающие брак и снижающие качество продукции. ОТК также оформляет необходимые акты и добивается устранения причин негативных явлений и их последствий. ОТК проводит свою работу в тесном контакте с заводской и цеховыми лабораториями.

8. Материальный баланс цеха формования, сушки и обжига

Исходные данные:

Производительность – 10млн. шт./год.

Нормы потерь по переделам:

- при формовании – 0,5%

- при сушке – 2%

- обжиге – 4%

Масса кирпича (полнотелого) – 3,5кг

Влажность формовочной массы – 18%

Влажность полуфабриката после сушки – 7%

Влажность карьерной глины – 17%

Влажность опилок – 40%

Влажность шамота – 5%

Ппп глины – 5%

Ппп опилок – 100%

Ппп шамота– 0%

Насыпная плотность:

ρглины=1,8т/м3

ρопилок=0,2т/м3

ρшамота=1,8т/м3

Произведем пересчет состава шихты из объемных процентов в массовые:

m= ρ1\*V1+ ρ2\*V2+ ρ3\*V3+ ρ4\* V4=m1+m2+m3+m4,

где ρ1,ρ2,ρ3,ρ4 – насыпная плотность глины, песка, золы,шамота.

V1,V2,V3,V4 – объемная доля глины, песка,золы,шамота

m1,m2,m3,m4 – масса глины, песка, золы, шамота, входящая в 1м3 шихты.

m= 1.8\*0.83+0,2\*0.1+1.8\*0.07=1.64т/м3

Расчет весовых процентов компонентов в шихте ( с учетом их влажности):

mгл=m1\*100/m=1.494\*100/1.64=91,1%

mоп= m2\*100/m= 1,22%

mшам=m3\*100/m=7,68%

mгл,mоп,mшам– весовые проценты глины, опилок, шамота.

Пересчет шихтового состава на абсолютно сухие компоненты.

а) абсолютно сухая глина в 100гр весовой массы шихты.

q1= mгл\*(100-W)/100= 91,1\*(100-17)/100=75,61 вес.ч.

б) абсолютно сухие опилки в 100гр весовой массы шихты

q2=mоп\*(100-W)/100=1,22\*(100-40)/100=0,73 вес.ч.

в) абсолютно сухой шамот в 100гр весовой массы шихты

q3=mшам\*(100-W)/100= 7,68\*(100-5)/100=7,3 вес.ч.

Весовые проценты абсолютно сухой глины:

Qгл= (75,61/83,64)\*100=90,43%

Весовые проценты абсолютно сухих опилок:

Qоп= (0,73/83,64)\*100=0,87%

Весовые проценты абсолютно сухого шамота:

Qшам= (7,3/83,64)\*100=8,7%

Пересчет ппп керамической массы:

5\*90,43/100+0,87\*100/100=5,39%

Расчет:

Производительность завода:

10000000\*3,5/1000=35 000(т/год)

Масса кирпича поступающего на склад готовой продукции:

105000\*100/(100-3)=36082,47(т/год)

Бой кирпича составляет: 36082,47-35000=1082,47(т/год)

Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом брака обжига 1,5%

36082,47\*100/(100-4)=37585,91(т/год)

Брак обжига составил:

37585,91-36082,47=1503,44(т/год)

- масса кирпичей с учетом ппп:

37585,91\*100/(100-5,39)=39727,21(т/год)

Потери за счет ппп:

39727,21-37585,91=2141,3(т/год)

- с учетом остаточной влажности 7% масса полуфабриката составит:

39727,21\*100/(100-7)=42717,43( т/год)

Масса испаряемой при обжиге влаги:

42717,43-39727,21=2990,22(т/год)

Масса кирпичей, поступающих на садку на обжиговые вагонетки

42717,43\*100/(100-0,5)=42932,09(т/год)

Брак при сушке:

42932,09×100/(100-2)=43808,25(т/год)

43808,25-42932,09=876,16(т/год)

Масса кирпича сырца поступающего на сушку с W=18%

43808,25\*(100-7)/(100-18)=49684,97(т/год)

Испаренная при сушке влага:

49684,97-43808,25=5876,72(т/год)

садка на сушильные вагонетки:

49684,97×100/(100-0,5)=49934,64(т/год)

потери при садке:

49934,64-49684,97=249,67(т/год)

Количество формовочной массы:

49934,64 (т/год)

Влажность керамической массы составляет:

W=(91,1×17/100+1,22×40/100+7,68×5/100 =16,36%

количество добавляемой воды:

49934,64\*(100-18)/(100-16,36)=48955,53(т/год)

49934,64-48955,53=979,11(т/год)

Таблица 7.1. Материальный баланс производства

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| приход | | | Расход | | |
| Название | (т/год) | % | Название | (т/год) | % |
| Формовочная  масса  Вода на пароувлажнение  Итого | 48955,53  979,11  49934,64 | 98,04  1,96  100 | Готовый кирпич  Бой на складе  Ппп  Брак сушки обжига  Испаренная влага при:  -обжиге  -сушке  Потери при садке на вагонетки:  -обжиговые  -сушильные  Итого | 35000  1082,47  2141,3  876,16  1503,44  2992,22  5876,72  214,66  249,67  49934,64 | 70,1  2,2  4,3  1,7  3,0  6  11,8  0,4  0,5  100 |

9. Производственная программа

Таблица 8.1. Режим работы цеха формования сушки и обжига

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Количество |
| Календарный фонд времени  Число праздничных дней  Сменность  Длительность смены  Плановый ремонт  Уборка и чистка оборудования  Аварийные остановки  Фонд рабочего времени | 365 дней  12 дней  3 смены  8 часов  12 сут/год  14%  2%  6875 час |

Фонд времени цеха: 365-12-12=341 сут

Тэф=341\*24-341\*24\*2/100-341\*24\*14/100=6874,56≈6875 час

На основе расчетов материального баланса и фонда времени производим расчет производственной программы цехов. Результаты сведены в таблицу

Таблица 8.2. Производственная программа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Производительность,R | | | |
| т/год | т/час | шт/час | м3/час |
| Формование  Сушка  Обжиг | 150994,88  150994,88  126899,95 | 21,95  21,95  15,51 | 6271,42  6271,42  4181,23 | 12,06  12,06  8,52 |

Перевод т/час в м3/час производим путем деления на плотность ρ=1,82т/м3

Перевод т/час в шт/час производим путем деления на массу одного кирпича m=3,5кг

10. Выбор и расчет оборудования

Подбор оборудования производим согласно выбранной ранее технологической схеме. Исходными данными для подбора оборудования служит также производственная программа, нормы технологического проектирования керамических заводов. В проект закладываем современное оборудование. Количество единиц оборудования непрерывного действия (n) определяем исходя из его производительности (P) и количества материала, которое необходимо на нем переработать(R).

N=R/P

Для каждого агрегата определяем коэффициент его использования (Ki), который всегда меньше 1.

Ki=R/(n\*P)

Ki указывает на эффективность использования оборудования.

Произведем подбор оборудования для цеха формования, сушки, обжига:

В качестве оборудования для участка формования выбираем шнековый вакуумный пресс СМК – 325А, предназначенный для пластического формования масс путем уплотнения, вакуумирования и выдавливания ее через мундштук в виде бруса.

Таблица 9.1. Техническая характеристика пресса СМК 325А

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы характеристики | Единица измерения | Показатели |
| Производительность  Мощность электродвигателя, в том числе:  - привода пресса  - привода смесителя  Диаметр шнека: - зазорной части  - на выходе  Диаметр окружности, описываемый лопастями пресса  Масса  Габариты | м3/ч  кВт  мм  мм  кг  мм | 30  130  75  55  500  450  610  18200  7260\*3620\*2190 |

Определяем необходимое количество прессов:

n=12,06/30=0,4, принимаем n=1, К=12,06/(30\*1)=0,4, для непрерывной работы цеха в случае аварии необходимо использование резервного пресса. Общее количество прессов – 2.

В качестве линии по отрезке, укладке и транспортировке кирпича – сырца в ИТО систему принимаем линию, разработанную фирмой "Фукс", с необходимым подбором оборудования.

Отрезное устройство, предназначено для отделения бруса определенной длины, выходящего из мундштука пресса:

Габариты: длина – 920мм; ширина – 1785мм; высота – 1500мм.

Мощность электродвигателя – 1,5кВт.

Необходимое количество

Отрывной транспортер, предназначен для транспортировки отрезанного бруса в нарезное устройство. Габаритные размеры: длина – 1700мм, ширина – 1050мм; высота – 1030мм.

Мощность электродвигателя – 2,5кВт

Нарезное устройство предназначено для одновременного нарезания нескольких штук кирпича из непрерывно выходящего из мундштука пресса бруса.

Габариты: 3732мм – длина; ширина – 1400мм; высота -1610мм.

Мощность электродвигателя – 2,8кВт

Передаточное устройство фирмы Фукс предназначено для транспортировки вагонеток в горизонтальном и вертикальном направлении от сушилок к печи, а также после выхода из печи на нулевой уровень(пола). Необходимо 2 передаточных устройства.

Габариты – длина 5670мм; ширина 1600мм; высота 470мм.

Канатный толкатель(1шт) предназначен для подачи вагонеток в предварительную сушилку

Габариты – длина 40500мм; ширина 985мм; высота 425мм.

Буферный накопитель предназначен для предварительного подсушивания сырца, а также в качестве накопителя вагонеток с сырцом и готовым кирпичем, находящихся на вагонетках, которые перемещаются к автомату-погрузчику по верху накопителя. Длина 174000мм

ИТО – интенсивная технология обжига состоит из единой линии от запасного пути после печи обжига до автомата укладчика:

Определим необходимое количество единиц ИТО,:

n=4181,23\*6875/15000000=1,92, значит необходимое количество ИТО систем-2.

К=28745956,25/15000000\*2=0,96

Грейферный погрузчик (2шт)предназначен для разгрузки обожженного кирпича с туннельных вагонеток. Мощность электродвигателя 5 кВт.

Таблица 9.2. Технологическая характеристика системы ИТО

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы характеристики | Единица измерения | Показатели |
| Производительность  Режим работы – непрерывный  Число вагонеток в канале  Время сушки, обжига  Температура обжига  Емкость вагонетки  Длина печи  Размер вагонетки:  -длина  -ширина  Количество вагонеток  -в сушилке  -в печи  Общее количество вагонеток  Потребность в горячем воздухе  Количество дымовых газов  Кратность реверсирования в ИТО сушилке  Число горелок  Количество горелочной группы  Температура отходящих дымовых газов  Температура отбираемого воздуха на сушку сырца | мл.штук в год  ч  шт  ч  0С  шт  мм  мм  мм  шт  шт  шт  м3/ч  м3/ч  шт  шт  0С  0С | 15  24  44  22  До 1100  832  132000  3000  4000  44  44  88  240000  80000  6  100  8  140-160  300-400 |

Толкатель (1шт) предназначен для проталкивания и группировки рядов кирпича от разгрузочного грейфера. Габариты: длина- 5450мм, ширина- 950мм, высота-1180мм.. Мощность электродвигателя 1,5 кВт.

Профильный конвейер (1шт) предназначен для приёма обожженных рядов кирпича от продольного толкателя. Габариты: длина- 1850мм, ширина- 140мм, высота- 960мм..

Сдвоенный толкатель- предназначен для толкания и группировки кирпича от разгрузочного грейфера. Габариты: длина- 5450мм, ширина- 50мм, высота- 960мм. Мощность электродвигателя- 1,5кВт.

Профильный конвейер(1шт) предназначен для группировки обожженного кирпича от поперечного толкателя. Габариты: длина- 2250 мм, ширина-2640мм, высота- 960мм.

11. Расчет склада готовой продукции

Определение площади складов готовых изделий проводят по показателю производственной мощности цеха и принятых норм хранения готовой продукции. Площадь склада можно определить из выражения /5/:



M- суточная производительность цеха шт/сут; M=104727шт/сут;

N- нормативная продолжительность хранения на складе, сут;N=60 cут;

Sy-площадь основания упаковки; Sy=1.5\*2=3 (м2);

h-высота одной упаковки, м; h= 0,065м

H-нормативная высота укладки упаковок на поддон, м; Н= 1,3м;

n-количество изделий в упаковке, шт; n=100 шт;

k1-коэффициент, учитывающий неплотность укладки упаковок; k1= 0.98;

k2-коэффициент, учитывающий площадь проходов и проездов, k2= 0.6;

S=104727\*60\*3\*0,065/100\*1.3\*0.98\*0.6=16029м2

12. Охрана труда

Охрана труда рассматривается как одно из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экономических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и здоровых условий труда. Охрана здоровья рабочих и служащих в процессе исполнения трудовых обязанностей закреплена в трудовом законодательстве, непосредственно направленном на создание безопасных и здоровых условий труда. Кроме того, разработаны и введены в действие многочисленные правила техники безопасности, санитарии, нормы и правила, соблюдение которых обеспечивает безопасность труда. Ответственность за состояние охраны труда несет администрация предприятия, которая обязана обеспечивать надлежащее техническое оснащение всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда, техники безопасности, санитарным нормам.

Одним из важнейших принципов организации производства является создание безопасных и безвредных условий труда на всех стадиях производственного процесса. Организация деятельности администрации и служб предприятия по реализации комплекса мер по повышению уровня охраны труда осуществляется через систему управления охраной труда (СУОТ).

Номенклатура по охране труда:

Модернизация технологического, подъемно-транспортного и другого производственного оборудования в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и другими нормативно-техническими документами по безопасности труда.

Внедрение автоматического и дистанционного управления производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами с целью обеспечения безопасности работающих; систем автоматического контроля и сигнализации о наличии и возникновении опасных и вредных производственных факторов, а также блокирующих устройств, обеспечивающих аварийное отключение оборудования в случаях его неисправности; технических средств, обеспечивающих защиту работающих от поражения электрическим током; средств контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах в соответствии с ГОСТ ССБТ и другими нормативными документами.

Установка предохранительных и защитных приспособлений на паровых, водяных, газовых и других производственных коммуникациях и сооружениях. Устройство на действующих объектах новых и реконструкция старых вентиляционных систем, аспирационных и пылеулавливающих установок, средств коллективной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов в соответствии с требованиями ГОСТ ССБТ.

Устройство тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории предприятия (цеха) в целях обеспечения безопасности работающих. Приведение производственных зданий, сооружений, помещений, перепланировка размещения производственного оборудования в соответствии с требованиями СНиП и других нормативных документов.

Совершенствование технологических процессов в целях устранения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов, нанесение на производственное оборудование и коммуникации опознавательной окраски и знаков безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ ССБТ.

Механизация уборки производственных помещений, складирования и транспортирования сырья, готовой продукции и отходов производства.

Приведение уровней шума, вибрации, ультразвука, ионизирующих и других вредных излучений, а также естественного и искусственного освещения на рабочих местах в цехах и местах массового перехода людей в соответствие с требованиями СНиП и ГОСТ ССБТ.

Переоборудование отопительных систем, установок кондиционирования воздуха, устройство тепловых, водяных и воздушных завес (воздушных душей) в целях обеспечения нормального теплового режима и микроклимата на рабочих местах в соответствии с требованиями СНиП и ГОСТ ССБТ

Расширение, реконструкция и оснащение бытовых помещений, мест организованного отдыха и производственной гимнастики, приобретение для этих целей необходимого инвентаря, оплата инструкторов-методистов производственной гимнастики и физкультурно-оздоровительной работы. Приобретение и монтаж сатураторных установок для приготовления газированной воды, устройство централизованной подачи к рабочим местам питьевой и газированной воды, чая, белково-витаминных напитков.

Организация кабинетов, уголков, передвижных лабораторий, выставок по охране труда, приобретение для них необходимых приборов, наглядных пособий, демонстрационной аппаратуры. Издание и приобретение нормативно-технической документации и литературы по охране труда.

Мероприятия по охране труда должны быть обеспечены проектно-сметно-конструкторской и другой технической документацией /10/.

13. Строительная часть

Промышленное здание является:

* по объемно-планировочным решениям – двухпролетным (6м и 24м);
* по виду освещения – с комбинированным освещением;
* по системе воздухообмена – с механической вентиляцией;
* по наличию систем отопления – отапливаемым;
* по степени пожаро- и взрывоопасности – здание несгораемой конструкции (категория «Г»).

К цеху формования, сушки и обжига примыкает цех массозаготовки.

Фундаментом называется подземная часть здания, предназначенная для передачи нагрузки от здания на его основание. Он состоит из стакана, в который устанавливается колонна, и фундаментной балки, которая укладывается на ступени стакана. Последняя образует поверхность, на которую укладываются стены здания. Зазоры между торцами балок заполняют бетоном. Для пролетов 6м фундаментные балки имеют высоту 400мм и длину 4950мм.

Колонны – основной элемент каркаса производственных зданий. Закрепленные бетонированием в фундаментных стаканах, они образуют вместе с элементами покрытия жесткий каркас, обеспечивающий устойчивость здания.

В качестве основных строительных конструкций применяются металлические фермы. Для покрытия применяют листы 3х6м. На листы покрытия, уложенные на строительные конструкции, наносят кровлю: настилают гидроизоляцию – один слой пергамина на битумной мастике, укладывают утеплитель – торфоплиты слоем 200мм, делают цементную стяжку толщиной 25мм, на нее накладывают гидроизоляционный ковер – 3 слоя рубероида на битумной мастике и наносят защитный слой (гравий с крупностью зерен 5 – 15мм, втопленный в мастику).

Основание под пол уплотняют с добавкой щебня и по нему укладывают подстилающий слой из утрамбованного песка, затем укладывают гидроизоляцию, стяжку из цементно-песчаного раствора и чистый пол – бетонный.

Материалом для стен являются бетонные панели толщиной 300мм. Длина панелей 6м. Панели крепят к колоннам каркаса с помощью стальных консолей, привариваемых к закладным металлическим элементам колонн каркаса.

Заключение

В данном проекте детально разработан цех формования, сушки и обжига керамического кирпича. Представлен ассортимент выпускаемой продукции, дана характеристика сырьевых материалов, используемых для производства кирпича. Выбран способ производства (пластическое формование), на основе анализа достоинств и недостатков других способов. Произведен подбор необходимого оборудования, составлена производственная программа, а также рассчитан склад готовой продукции. Подробно рассмотрена технологическая схема производства и дано ее обоснование и описание. Описан контроль производства полуфабрикатов и готовой продукции, имеющий большое значение для получения качественной продукции. Рассмотрены вопросы обеспечения безопасной работы сотрудников цехов и завода.

Список использованной литературы

1. Справочник. Строительные материалы. Где их можно приобрести. № 24 – М, 2005.

2. Госин Н.Я., Соболев М.А. Производство керамического кирпича. – М.: Стройиздат, 1971.-207с.

3. Комлева Г.П., Комлев В.Г. Основы проектирования заводов по производству ТН и СМ. Иван. Хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2004.-111с.

4. Кашкаев И.С., Шейман Е.Ш. Производство керамического кирпича. – М.: Высшая школа,1974.-287с.

5. Сидоренко А.А. Основы проектирования стекольных заводов

6. Технологический регламент завода «Ивстройкерамика». – Иваново, 2001.

7. ГОСТ 530-95.

8. Кондратенко В.А., Пешков В. Н. журнал «Стройпрофиль» № 4 – М, 2004.

9. Информационная система по строительству «Ноу-Хаус.ру» - М, 2006.

10. Макаров Г.В., Васин А.Я., Маринина Л.К. Охрана труда в химической промышленности. - М.: Химия, 1989.