

Министерство высшего и среднего специального образования  
Республики Узбекистан

Ташкентский архитектурно – строительный институт

Факультет инженерно – строительной инфраструктуры

КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ  
И КОНСТРУКЦИЙ»

## Дипломный проект

Тема дипломного проекта Проектирование облицовочного кирпича с  
производительностью 135 млн.шт.

Ф.И.О. студента Рустамова Адиля Турсунмурадовна

Зав. кафедрой

Н. Махмудова

Руководитель

Х. Акрамов

Консультанты

Х. Акрамов

Х. Нуритдинов

Н. Махмудова

Х. Азимов

Ташкент 2011

## Введение

Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов выступил с докладом на заседании Кабинета министров, в ходе которого, была дана критическая оценка итогов социально-экономического развития страны в 2010 году и определены важнейшие приоритеты экономической программы на 2011 год.

В своём выступлении Президент отметил достижения в сфере строительства:

важнейшим направлением качественного изменения условий жизни, прежде всего на селе, стала начатая нами еще в 2009 году системная работа по комплексной застройке в сельской местности массивов индивидуальными жилыми домами по типовым проектам с повышенной комфортностью и со всеми удобствами и коммунальными услугами.

Большое значение в системе этих мер имело принятие решения в прошлом году об увеличении до шести соток земельных участков, выделяемых под индивидуальное строительство жилья, а также критический пересмотр типовых проектов, предназначенных для этого.

В результате только в 2010 году во всех 159 сельских районах республики осуществлено строительство 6800 жилых домов по типовым проектам на условиях “под ключ”. На эти цели были направлены капитальные вложения в размере около 430 миллиардов сумов, из них свыше 250 миллиардов сумов в виде долгосрочных льготных кредитов, что в 9 раз больше, чем в 2009 году. С начала реализации программы на новых массивах построено 165 объектов социальной и рыночной инфраструктуры, необходимых для комфортной и достойной жизни сельского населения.

Одновременно на вновь обустраиваемых жилых массивах активно ведется строительство современных видов инженерных коммуникаций – введено более 103 километров газовых сетей, около 100 километров сетей водоснабжения, более 71 километра линий электропередач, а также внутриквартальные дороги общей протяженностью 85 километров. На системной основе ведется работа по новому строительству, модернизации и реконструкции сетей и объектов коммунальной инфраструктуры – питьевого водообеспечения, электро- и газоснабжения, а также улучшению санитарного состояния населенных пунктов.

Для достижения этих целей утверждена Программа “О приоритетах развития промышленности Узбекистана в 2011-2015 годах”, которая предусматривает реализацию свыше 500 крупных инвестиционных проектов в промышленности общей стоимостью около 50 миллиардов долларов.

Ставится задача обеспечить в ближайшие пять лет темпы роста объемов производства промышленной продукции не менее чем на 60 процентов, увеличить ее долю в структуре валового внутреннего продукта – с 24 процентов в 2010 году до 28 процентов в 2015 году. Опережающее развитие с ростом более чем в два раза получают такие отрасли, как машиностроение и

автомобилестроение, химическая, пищевая, фармацевтическая промышленность, промышленность строительных материалов и другие.

В 2011 году за счет средств Фонда предусматривается профинансировать свыше 24 проектов на сумму более 780 миллионов долларов, что в 2,1 раза больше, чем в прошлом году. Это, прежде всего, проекты по строительству Устюртского ГХК на базе месторождения Сургиль, расширению и реконструкции рудника Кальмакир, строительству парогазовой установки на Навоийской ТЭС, переводу 5 энергоблоков Ново-Ангренской ТЭС на круглогодичное сжигание угля, реконструкции медно-обогатительной фабрики Алмалыкского ГМК и другие.

Первостепенное значение должно быть уделено обеспечению ускоренной реализации проектов по строительству и реконструкции автомобильных дорог, входящих в состав Узбекской национальной автомагистрали, дальнейшему созданию единой национальной автомобильной транспортной системы, надежно соединяющей все регионы республики. В 2011 году на эти цели предусмотрено направить свыше 547 миллионов долларов капитальных вложений, что в 1,4 раза больше, чем в 2010 году, с вводом в эксплуатацию 302 километров автодорог, отвечающих международным требованиям и стандартам.

Как видно, строительство в нашей стране, как и во всём мире, продолжает развиваться. Появляется всё больше инженерных проектов и идей, которые в свою очередь требуют новые модернизированные строительные материалы.

На данный момент, самым универсальным строительным материалом всех времён, является бетон. Практически ни одно здание или сооружение не обходится без его применения.

Существует множество видов бетонов: тяжёлые, лёгкие, щелочные и другие, в зависимости от состава, вида и качества заполнителей.

Появление пористых заполнителей, дало возможность создавать лёгкие бетоны, которые обладают рядом преимуществ. Благодаря им стало возможным строить многоэтажные высотные здания, получать хорошую звуко- и теплоизоляцию и многое другое.

Производство керамической плитки в Узбекистане к 2015 году вырастет до 5,8 млн кв. метров

В соответствии с Целевыми показателями развития промышленности республики на 2011-2015 годы, Узбекистан планирует в течение пяти лет увеличить производство керамических плиток в 14 раз до 5,8 млн. кв. метров. В 2011 году ожидается увеличение производства этой строительной отделочной продукции с 410 тыс. кв. метров до 1,4 млн. кв. метров.

В 2011 году будет начат проект по организации производства керамической плитки на узбекско-китайском СП «Moderna Ceramic Industries». Проектная мощность этого предприятия, которое будет построено в Фергане, составляет 1,0 млн. кв. метров продукции ежегодно. Прогнозная стоимость определена в пределах \$3,7 млн. В том числе \$1,2 млн. составят собственные средства АК «Узстройматериаллы», \$0,5 млн. - кредиты

коммерческих банков, иностранные инвестиции - \$1 млн 975,1 тыс. Иностранный инвестор проекта - китайская компания «V&B» Chemical Co Ltd.» намерена осуществить ввод в эксплуатацию нового предприятия во втором квартале 2012 года.



В перечень новых инвестиционных объектов в промышленности, находящихся в стадии проработки, включен совместный проект с российской инвестиционной компанией ООО «Инвест Риэлти». Сроки реализации проекта по организации производства керамической плитки на ИП ООО «Prime Ceramics» - 2011-2012 гг. Проектная мощность 2,75 млн кв. метров керамической плитки в год. Прогнозная стоимость проекта - \$16,8 млн. В том числе, собственные средства АК «Узстройматериаллы» \$0,8 млн., кредиты коммерческих банков \$12,8 млн., инвестиции российской компании \$3,2 млн. Строительство нового предприятия намечено начать уже в третьем квартале 2011 года в Самаркандской области.



В 2011 году иранская компания EMG продолжит строительство в Ташкентской области завода по производству керамической плитки стоимостью \$24 млн. Заказчиком проекта является АК «Узстройматериаллы». Двустороннее соглашение предусматривает строительство завода мощностью 3 млн. кв. метров керамической плитки в год. Поставщиком оборудования выступит итальянская технологическая компания SACMI. Финансирование проекта будет осуществляться за счет собственных средств иранской компании.

Компания «IS DONGSEO» (Южная Корея) планирует построить завод мощностью 3,5 млн. кв. метров керамической плитки в год. Производственные мощности будут размещены на территории, создаваемой в Навоийской области Узбекистана свободной индустриально-экономической зоны «Навои». Финансирование проекта будет осуществляться за счет собственных средств корейской компании и привлекаемых иностранных кредитов.

Согласно данным АК «Узстройматериаллы», ежегодная потребность строительного рынка республики в керамических плитках составляет не менее 5 млн. кв. метров. При этом потребность имеет тенденцию постоянного роста. В Узбекистане за минувшие пять лет объем потребления керамической плитки составил примерно 14 млн. кв. метров, из них импортировано около

90-95%. Прогнозная потребность керамической плитки на 2011-2015 гг. составит около 8-10 млн. кв. метров.

Из существующих в республике трех самых крупных и стабильных предприятий по выпуску керамических плиток, в 2010 году произвели продукцию ОАО «Ташкентский комбинат строительных материалов» (свыше 270 тыс. кв. м) и ЧП «Минокор» (70 тыс. кв. метров). СП «Агрокерамика» не работало, в связи с ухудшением финансового состояния и не своевременного возврата валютного кредита.

Строительная керамика – большая группа керамических изделий, применяющихся при строительстве жилых и промышленных зданий и сооружений. Керамические стеновые изделия – один из наиболее древних искусственных материалов, их возраст около 5 тыс. лет. Они отличаются своей долговечностью, высокими художественными характеристиками, кислотостойкостью и полным отсутствием токсичности. Применение глины для изготовления посуды и других керамических изделий было известно уже в глубокой древности, за несколько тысяч лет до нашей эры. Ассирийцы и египтяне уже были знакомы с обжигом керамических изделий и приготовлением цветной глазури. В древней Греции и Риме керамическое производство также было весьма развито. При археологических раскопках на территории Европы и Азии были найдены керамическая посуда, вазы, различные украшения, относящиеся к IV—V векам.

Ассортимент керамических строительных материалов ограничивался почти исключительно обыкновенным глиняным кирпичом и черепицей.

Производство строительной керамики является важной отраслью народного хозяйства. В последние десятилетия созданы механизированные заводы с объемом производства в 50-100 млн. штук в год, оснащены мощными глинообрабатывающими и формующими машинами, механизированными экономичными сушилками и печами. 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.

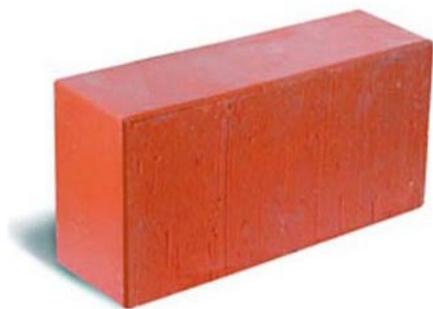
Строительный керамический кирпич является самым распространённым местным стеновым материалом, позволяющим экономить дефицитные металлы, цемент, а также транспортные средства. В общем балансе производства и применения стеновых материалов керамический кирпич занимает более 30%. Кирпич, накапливая солнечную энергию, медленно и равномерно отдает тепло, что защищает от чрезмерного нагревания летом и сохраняет тепло зимой. Кирпичная стена «дышит», пропуская испарения сквозь свою толщу. В результате в помещениях поддерживается уровень равновесной влажности

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/м<sup>3</sup> и менее за счёт рациональной формы и увеличения количества пустот снизит расход материалов на 1м<sup>2</sup> 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%.

# І. Технологическая часть

## 1. Ассортимент и характеристика выпускаемой продукции



Кирпич глиняный пластического прессования - наиболее распространённый стеновой керамический материал. Обычно заводы вместе с кирпичом выпускают эффективные и большеразмерные камни, кирпич и камни лицевые; к этой же группе материалов относится и кирпич полусухого прессования. Кирпич и камни по УзРСТ 530-95 изготавливают из глинистых и кремнезёмистых пород (трепела, диатомита), лёссов и промышленных отходов угледобычи, углеобогащения, а также зол, шламов с минеральными и органическими добавками или без них. Кирпич можно изготавливать полнотелым или пустотелым, а камни - только пустотелыми.

### 1.1 Основные параметры и размеры

Кирпич и камни в зависимости от размеров подразделяются на виды, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Вид изделий	Длина	Ширина	Толщина
Кирпич	250	120	65
Кирпич утолщённый	250	120	88
Кирпич модульных размеров	288	138	63
Камень	250	120	138
Камень модульных размеров	288	138	138
Камень укрупнённый	250	250	138
Камни с горизонтальным расположением пустот	250	250	120



По теплотехническим свойствам и плотности (объёмной массе) кирпич и камни в высушенном до постоянной массы состоянии подразделяются на три группы:

-эффективные, улучшающие теплотехнические свойства стен и позволяющие уменьшить их толщину по

сравнению с толщиной стен, выполненных из обыкновенного кирпича.

К этой группе относят кирпич плотностью не более  $1400 \text{ кг/м}^3$  и камни плотностью не более  $1450 \text{ кг/м}^3$ ;

-условно эффективные, улучшающие теплотехнические свойства ограждающих конструкций. К этой группе относят кирпич плотностью свыше  $1400 \text{ кг/м}^3$  и камни плотностью свыше  $1450$  и до  $1600 \text{ кг/м}^3$ ;

-обыкновенный кирпич плотностью свыше  $1600 \text{ кг/м}^3$ .

Масса кирпича и камней должна удовлетворять требованиям УзРСТ 22951-78.

По прочности кирпич и камни подразделяют на марки 300, 250, 200, 175, 150, 125, 100, 75.

По морозостойкости кирпич и камни подразделяются на марки F15, F25, F35 и F50.

## 1.2 Технические требования

Кирпич и камни должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта и изготавливаться по технологическим регламентам, утверждённым в установленном порядке.

Предел прочности при сжатии и изгибе кирпича и предел прочности при сжатии камней по площади брутто (без вычета площади пустот) должны быть не менее значений, указанных в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Марка кирпича и камней	Предел прочности, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )							
	При сжатии		При изгибе					
	Для всех видов кирпича и камней		Для полнотелого кирпича пластического формования		Для полнотелого кирпича полусухого формования и пустотелого кирпича		Для утолщённого кирпича	
	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца
300	30(300)	25(250)	4,4(44)	2,2(22)	3,4(34)	1,7(17)	2,9(29)	1,5(15)
250	25(250)	20(200)	3,9(39)	2,0(20)	2,9(29)	1,5(15)	2,5(25)	1,3(13)
200	20(200)	17,5(175)	3,4(34)	1,7(17)	2,5(25)	1,3(13)	2,3(23)	1,1(11)
175	17,5(175)	15(150)	3,1(31)	1,5(15)	2,3(23)	1,1(11)	2,1(21)	1,0(10)
150	15(150)	12,5(125)	2,8(28)	1,4(14)	2,1(21)	1,0(10)	1,8(18)	0,9(9)
125	12,5(125)	10(100)	2,5(25)	1,2(12)	1,9(19)	0,9(9)	1,6(16)	0,8(8)
100	10(100)	7,5(75)	2,2(22)	1,1(11)	1,6(16)	0,8(8)	1,4(14)	0,7(7)
75	7,5(75)	5(50)	1,8(18)	0,9(9)	1,4(14)	0,7(7)	1,2(12)	0,6(6)



Кирпич и камни керамические имеют форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми рёбрами и углами и ровными гранями на лицевых поверхностях. Поверхность граней может быть рифлёной. Допускается изготовление кирпича и камней с закруглёнными углами радиусом закругления до 15 мм. Пустоты в кирпиче и камнях должны располагаться перпендикулярно или параллельно постели и могут быть сквозными и несквозными. Размер сквозных цилиндрических пустот по наименьшему диаметру должен быть не более 16 мм, ширина щелевидных пустот - не более 12 мм. Диаметр несквозных пустот не регламентируется. Размер горизонтальных пустот не регламентируется. Толщина наружных стенок кирпича и камней должна быть не менее 12 мм.

Отклонения от установленных размеров и показателей внешнего вида кирпича и камней не должны превышать на одном изделии следующих значений:

1. Отклонение от размеров, мм:

- по длине \_\_\_\_\_ ±7
- по ширине \_\_\_\_\_ ±5
- по толщине:
  - кирпича \_\_\_\_\_ ±3
  - камня \_\_\_\_\_ ±4

2. Непрямолинейность ребер и граней кирпича и камней, мм, не более:

- по постели \_\_\_\_\_ 4
- по ложку \_\_\_\_\_ 6

3. Отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм, шт. \_\_\_\_\_ 2

4. Отбитости и притупленности ребер, не доходящие до пустот, глубиной более 5 мм, длиной по ребру от 10 до 15 мм, шт. \_\_\_\_\_ 2

5. Трещины протяженностью по постели полнотелого кирпича до 30 мм, пустотелых изделий не более, чем до первого ряда пустот (на кирпиче- на всю толщину, на камнях- на ½ ложковой или тычковой граней), шт.

- на ложковых гранях \_\_\_\_\_ 1
- на тычковых гранях \_\_\_\_\_ 1

Общее количество кирпича и камней с отбитостями, превышающими допускаемые, не должно быть более 5%. Количество половняка в партии не должно быть более 5%.



Недожог и пережог кирпича и камней являются браком; поставка таких изделий потребителю не допускается.

Водопоглощение кирпича и камней, высушенных до постоянной массы, должно быть для полнотелого кирпича не менее 8%, для пустотелых изделий - не менее 6%.

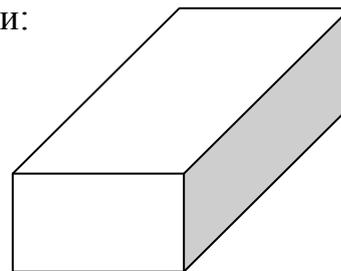
Кирпич и камни в насыщенном водой состоянии должны выдерживать без каких-либо признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание) не менее 15, 25, 35, и 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, в зависимости от марки по морозостойкости.

Кирпич и камни высшей категории качества должны удовлетворять требованиям:

- пустотелые должны быть эффективными или условно эффективными и иметь марку по прочности не менее 100;
- полнотелый кирпич должен иметь марку по прочности не менее 150;
- морозостойкость изделий должна быть не менее Мрз 25;
- общее количество кирпича и камней с отбитостями, превышающими допускаемые, не должно быть более 3%.

В данном дипломном проекте расчеты проводят, принимая к выпуску кирпич керамический полнотелый с размерами:

- длина  $250 \pm 5$  мм;
- ширина  $120 \pm 4$  мм;
- толщина  $65 \pm 13$  мм.



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

## ***2. Выбор сырьевой базы и энергоносителей***

Кирпич изготавливают из чистых глин либо из глин с добавкой непластичных материалов. В ряде случаев в состав шихты вводят выгорающие добавки.

Основным сырьём для производства кирпича являются легкоплавкие глины - горные землистые породы, способные при затворении водой образовывать пластическое тесто, превращающееся после обжига при  $800-1000^{\circ}\text{C}$  в камнеподобный материал.

Легкоплавкие глины относятся к остаточным и осадочным породам. Для производства кирпича наибольшее применение нашли элювиальные, ледниково-моренные, 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  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , повышающего технологические свойства сырья: в легкоплавких глинах оно колеблется в пределах от 10 до 15%.

Содержание кремнезёма  $\text{SiO}_2$  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 отошающих 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 окислы ( $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ ) 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.

Окислы 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 окислы железа, находящиеся в глине в виде окиси  $Fe_2O_3$  и гидроксиды  $Fe(OH)_3$  и окислы марганца  $MnO_2$ . 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.

Органические вещества обычно содержатся в глинах в количестве от 5-10%. При обжиге изделий они выгорают, увеличивая пористость черепка. В зависимости от содержания в глине органических веществ, воды и карбонатов ( $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ) находится показатель потерь при прокаливании.

Таблица 2

Примерный химический состав кирпичных глин и суглинков, %

$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$Na_2O+K_2O$
60-75	10-15	2-12	2-15	1-6	2-6

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

Наиболее важным свойством глины является ее пластичность, т.е. способность при добавлении к ней воды образовывать тесто, которое под воздействием внешних усилий может принимать любую форму и сохранять ее после прекращения действия внешних усилий.

В качестве непластичных материалов применяют крупнозернистый песок, шлак, дегидратированную глину, шамот (бой изделий), в качестве выгорающих добавок – молотый уголь, торф и опилки. Также используют добавки, улучшающие природные свойства глины.

### **2.1 Характеристика сырья**

В проектируемом участке для производства керамического кирпича в качестве основного компонента используем глину кыштырлинского месторождения. Данная глина является среднепластичной, среднечувствительной к сушке, полукислой со средним содержанием крупных включений.

Таблица 2.1.

## Химический состав глины, %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	п.п.п.
58,65	19,16	1,22	9,16	1,28	1,28	0,10	2,66	6,94

Карьерная влажность глины – не более 21%.

Число пластичности – 20.

Коэффициент чувствительности к сушке – 1,55.

Общая усадка – 11,4%.

Воздушная усадка – 7%.

Так как глина среднепластичная и среднечувствительная к сушке, необходим ввод корректирующих добавок, уменьшающих пластичность, коэффициент усадки и коэффициент чувствительности к сушке. Поскольку глина обеспечивает высокую прочность кирпича, рекомендуется ввод корректирующей добавки – древесных опилок. Древесные опилки продольной резки очень эффективно уменьшают пластичность глины на стадии формования, увеличивают прочность сырца и полуфабриката после сушки, армируя массу своими волокнами, уменьшают коэффициент усадки к сушке, т. к. улучшают влагоотдачу и уменьшают воздушную усадку. В процессе обжига они играют роль выгорающей добавки, тем самым обеспечивают равномерный прогрев изделий по садке и увеличивает пористость готовых изделий. Увеличение пористости уменьшает массу кирпича, увеличивает тепло- и звукоизоляционные свойства и, естественно, несколько уменьшает прочность готовых изделий.

В качестве выгорающей добавки используются древесные опилки (ТУ-313-64). Влажность опила – не более 30%, гранулометрический состав: содержание фракции более 5 мм не допускается; от 1 до 5 мм – 85%; менее 1 мм – 15%.

В качестве отошающей добавки используется шамот (отходы собственного производства, половняк-бой). Влажность шамота – 5-9%. Гранулометрический состав: крупность зёрен от 1 до 5 мм – 85%; менее 1 м – 15%. Содержание фракций более 5 мм не допускается. Ввод шамота способствует уменьшению пластичности на стадии формования, уменьшению коэффициента усадки на стадии сушки, и в итоге увеличению прочности изделия.

### 3. Обоснование состава композиции

В производстве керамического кирпича используется глина Янгиюльского месторождения, она составляет основную часть шихты- 2,0 м<sup>3</sup> на 1000 шт. кирпича. Поскольку эта глина имеет число пластичности 20 и является среднечувствительной к сушке, необходим ввод добавок. Для уменьшения чувствительности к сушке вводится выгорающая добавка (опилки древесные) - 0,27 м<sup>3</sup> на 1000 шт. кирпича. Для уменьшения числа пластичности глины вводится отошающая добавка (шамот)- 0,2 м<sup>3</sup> на 1000

шт. кирпича. В качестве шамота используется бой и брак изделий, что позволяет не только уменьшить число пластичности глины, но и утилизировать отходы производства.

Состав шихты:

Глина – 81% (об.)

Опилки – 11% (об.)

Шамот – 8% (об.)

### 3.1 Технологическая схема проектируемого производства.

Схема 3.1.

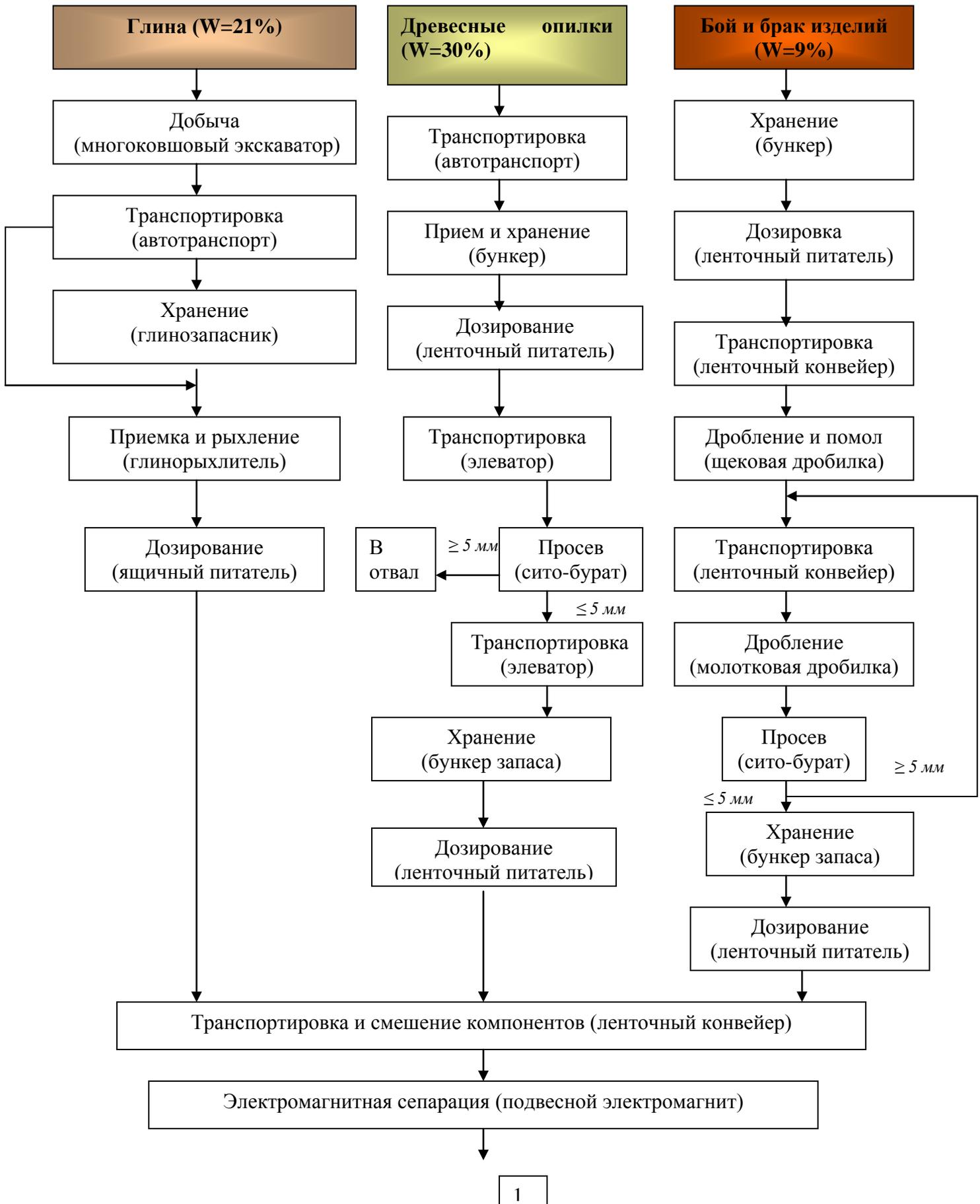
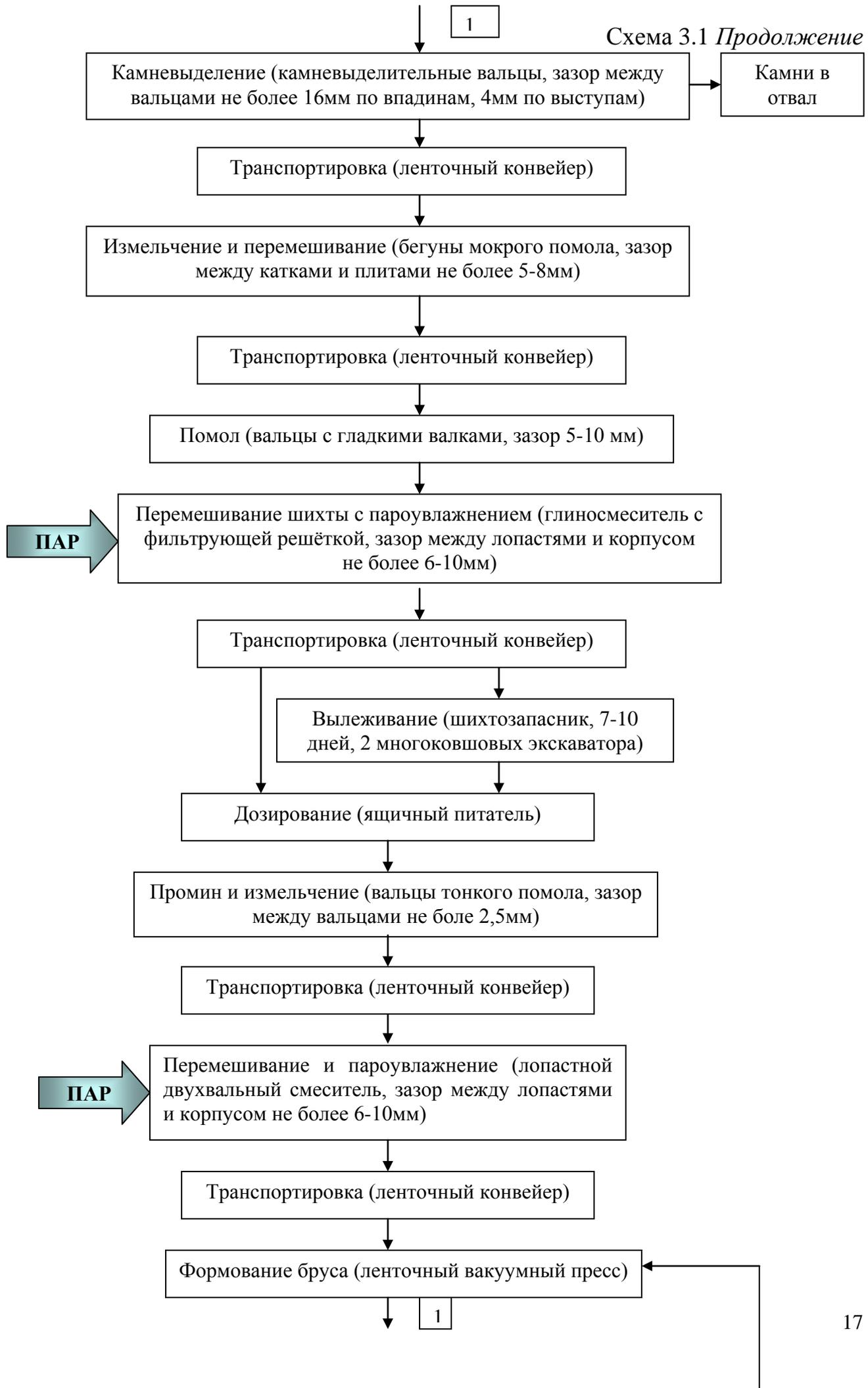
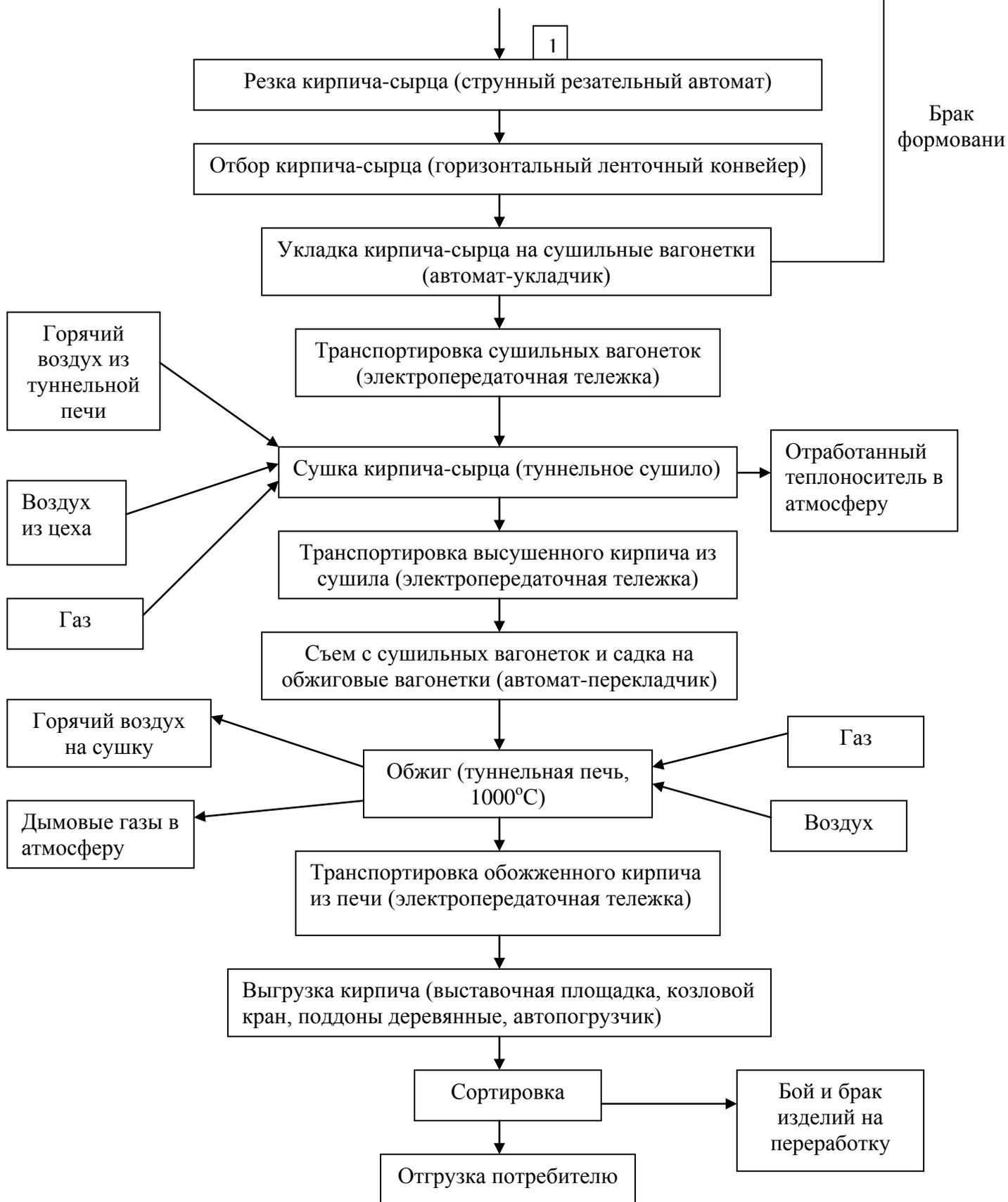


Схема 3.1 *Продолжение*





## Описание технологической схемы

Глину добывают на карьере многоковшовым экскаватором и автотранспортом отвозят на хранение в глинозапасник завода. Из глинозапасника глина подается в бункер глинорыхлителя, а после рыхления направляется на дозирование, осуществляемое ящичным питателем.

Древесные опилки привозят автотранспортом, хранят в бункере, откуда подают на просеивание на сито-бурат. Частицы размером более 5 мм удаляют в отвал. После просеивания по элеватору опилки отправляют на хранение в бункер запаса, откуда они подаются на дозирование, осуществляемое ленточным питателем.

Брак обжига из бункера хранения дозируют, подают в щековую дробилку и дробят. Далее измельченный шамот транспортируют ленточным конвейером и элеватором на измельчение в молотковую дробилку. После измельчения в молотковой дробилке шамот просеивают на виброгрохоте. Фракцию с размером частиц более 5 мм отправляют на домол, а фракцию с размером частиц менее 5 мм отправляют на хранение в бункер запаса. Из бункера шамот подается на дозирование, осуществляемое ленточным питателем.

Смешение компонентов (глина, опилки, шамот) осуществляют на ленточном конвейере. Данная смесь поступает в камневыделительные вальцы для удаления каменистых включений, после чего она транспортируется на измельчение и перемешивание в бегуны мокрого помола. Далее шихта поступает на помол в вальцы с гладкими валками.

После помола шихта отправляется на перемешивание с пароувлажнением в глиносмеситель с фильтрующей решёткой, которая служит для удаления из глины остатков растительного происхождения. Переработанную массу отправляют на вылеживание в течение 7-10 дней в шихтозапасник. Здесь происходят различные физико-химические процессы, и свойства формовочной массы меняются. Масса усредняется по влажности, но также происходит её тиксотропное упрочнение. Такую массу нельзя подавать сразу на формование.

Поэтому вылежавшуюся шихту многоковшовыми экскаваторами подают по ленточному конвейеру на промин и измельчение в вальцы тонкого помола. После чего шихта вновь поступает по ленточному конвейеру на перемешивание и пароувлажнение в лопастной двухвальный смеситель.

Готовую шихту транспортируют ленточным конвейером на формование бруса. Для формования используется ленточный вакуумный пресс. Вакуумированию массу подвергают для улучшения ее формовочных свойств. Обезвоздушивание глиняной массы способствует более прочному сцеплению глиняных частиц между собой. При удалении воздуха из глиняной массы ее пластичность значительно повышается. После вакуумирования влажность керамической массы снижается на 2-3%, а, следовательно, уменьшается воздушная усадка.

Формованный глиняный брус разрезается на отдельные кирпичи струнным резательным автоматом, затем сырец укладывается на рамки, которые подаются к горизонтальному ленточному конвейеру. Далее автомат-укладчик укладывает кирпич-сырец на сушильные вагонетки, транспортировка которых осуществляется с помощью электропередаточной тележки. Свежесформованный сырец надо транспортировать осторожно во избежание его деформации. Кроме того, надо стремиться к наиболее рациональной укладке изделий в сушилке.

Кирпич-сырец поступает на сушку в туннельное сушило. Для сушки используется горячий воздух из туннельной печи, атмосферный воздух и рециркулят, а также дымовые газы из топки. Отработанный теплоноситель после очистки поступает в атмосферу. Для нормального протекания процесса сушки сырца, т. е. для того, чтобы изделия высохли с максимальной равномерностью и без деформаций при минимальном расходе топлива и в минимальный срок, необходимо создать условия для интенсивной влагоотдачи с единицы поверхности изделия. Нижнюю часть садки на вагонетке выполняют более разреженной для выравнивания условий сушки на высоте туннеля.

После завершения процесса сушки с помощью электропередаточной тележки осуществляется транспортировка высушенного кирпича из сушила. Сушильные вагонетки поступают к автомату-перекладчику, который осуществляет садку полуфабриката на обжиговые вагонетки для последующего обжига в печи.

Обжиг проводят в туннельной печи при температуре 1000°C. 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 туннельное сушило, а отработанные дымовые газы после очистки выбрасываются в атмосферу.

Из печи обожженный кирпич транспортируется при помощи электропередаточной тележки на выставочную площадку, оборудованную мостовым краном. Пакеты кирпича сгружаются с помощью крана на выставочную площадку. Затем производится сортировка кирпича и садка его на европоддоны. Изделия соответствующего качества на поддонах с помощью электропогрузчика отгружаются потребителю согласно графика, а бой и брак изделий отправляется на переработку в производство.

### **3.1 Теоретические основы технологических процессов цеха формования, сушки, обжига**

При производстве керамического кирпича основным материалом является глина – пластичный материал. Глина представляет собой горную породу, состоящую преимущественно из глинообразующих минералов – слоистых алюмосиликатов. Они отличаются большим сродством к воде и могут давать в ней тончайшие взвеси вплоть до коллоидных, не меняя своей основы. В техническом аспекте глина – землистая горная порода, способная при затворении водой образовывать пластичное тесто, которое после сушки обладает некоторой прочностью, а после обжига приобретает камнеподобные свойства.

Вещественный состав глины представлен глинистым веществом и примесями. Истинно глинистое вещество – наиболее дисперсная часть породы, оно состоит из комплекса глинообразующих минералов, придающих глине пластичность. Таких минералов сравнительно немного, и они довольно хорошо изучены. Все глинистые минералы обладают типичной слоистой структурой, похожей на структуру слюды. При смешивании глины с водой последняя входит в межслоевые пространства глинистого минерала, и его слои получают возможность сдвигаться один относительно другого по водяной пленке и закрепляться в новом положении. Такая способность минералов объясняет важнейшее свойство глины – ее пластичность.

#### **Формование.**

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

#### **Сушка.**

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°C. 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:  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$ ;  $Ca(OH)_2$  и др. 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—90°С 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 I 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  $1 \text{ м}^2$  в час.

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

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.

### **Обжиг.**

Процесс обжига изделий строительной керамики может быть условно разделен на четыре периода:

- 1) подогрев до  $200^{\circ}\text{C}$  и досушка-удаление физической воды из глины;
- 2) дальнейший нагрев до  $700^{\circ}\text{C}$  «на дыму» и удаление химически связанной воды из глины;
- 3) «взвар» - до температуры обжига  $980-1000^{\circ}\text{C}$  - созревание черепа;
- 4) охлаждение, «закал» - медленное до  $500^{\circ}\text{C}$  и быстрое от  $500$  до  $50^{\circ}\text{C}$  обожженных изделий.

К этим реакциям добавляется выгорание топлива из изделия, если это топливо было введено в глину при подготовке массы; количество вводимого топлива может достигать 70-80% от того количества, которое необходимо для обжига.

Такое производственное деление на периоды не вскрывает сущности реакций в глине при обжиге. При производственном обжиге глины никогда не достигается термодинамическое равновесие.

Можно отметить шесть главных видов реакций, протекающих в рядовых глинах при обжиге:

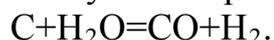
- 1) выделение гигроскопической воды из глинистых минералов и воды из аллофаноидов, если таковые присутствуют в глине;
- 2) окисление органических примесей;
- 3) выделение конституционной воды, т. е. дегидратация глинистых минералов и реакции в так называемых твердых фазах;
- 4) жидкофазные реакции и образование стекловидного расплава;
- 5) образование новых кристаллических фаз;
- 6) реакции декарбонизации и десульфуризации.

Первая группа реакций характеризуется небольшим эндоэффектом (I) на термограмме суглинка и гидрослюдисто-каолинитовой глины.

Вторая группа реакций - окисление органических примесей - характеризуется экзоэффектом (II) при  $300-400^{\circ}\text{C}$ . Часть этих примесей может остаться (при быстром подъеме температуры и недостаточном притоке и диффузии в толщу изделия кислорода воздуха) невыгоревшей, что обнаруживается по темной сердцевине в изломе изделия. При замедленном выгорании может произойти графитизация части углерода. Так как причиной

ограничения действия кислорода воздуха на процесс выгорания углерода в глине выступает противоток СО и СО<sub>2</sub>, то при более быстром подъеме температуры влияние окислительной среды должно сокращаться, а влияние внутренней восстановительной среды — увеличиваться, что зависит от пористости и размеров изделия и от концентрации углерода.

Глинистые минералы в процессе своей дегидратации действуют каталитически, содействуя горению углерода в глине, а выделяющаяся вода способствует выгоранию углерода по реакции:

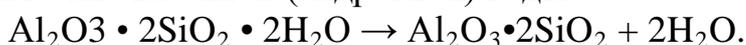


Наряду с этим может протекать отложение углерода в глине из газовой среды, содержащей 1-3% СО при 400 и выше 1000°С.

Скорость выгорания топлива по мере повышения температуры увеличивается, но только до стадии появления жидкой фазы в обжигаемой глине, после чего скорость выгорания резко снижается из-за ухудшения диффузии кислорода воздуха. Максимальное значение скорости выгорания топлива имеет место примерно при 780—800°С. Поэтому рекомендуется осуществлять выдержку в этом этапе обжига.

Третья группа реакций - дегидратация глинистых минералов - характеризуется эндоэффектом (III) , который растягивается с 500 (450) до 600°С (700°С), а у некоторых каолиновых глин - до 900°С и также сопровождается падением температуропроводности.

Эндотермическая реакция, начинающаяся около 500°С и оканчивающаяся около 700°С, заключается в удалении из каолинита химически связанной (гидратной) воды:



Продукты разложения составляющих глины и керамические массы минералов (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и др. окислы) в процессе обжига взаимодействуют между собой при высоких температурах (1000°С и выше) и образуют легкоплавкие силикаты, плавление которых вызывает спекание и размягчение глин. Степень спекания глинистых материалов зависит от температуры и длительности обжига, от состава глинистого сырья, газовой среды, рода и количества плавней, а также от способа формования изделий.

Газовая среда обжига влияет на интенсивность дегидратации; увеличение концентрации Н<sub>2</sub>О в газовой среде задерживает реакцию дегидратации по закону действующих масс; восстановительная среда, вызывая реакцию отщепления кислорода в активных условиях «оборванных связей», понижает температуру дегидратации, что показано на термограммах I, II, III сдвигом эндо- и экзоэффектов в восстановительной среде одной стрелкой влево, в парогазовой фазе - двумя стрелками вправо.

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 тонкой 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°C, но заметное развитие эти фазы получают лишь при температурах на 150-200°C 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°C и «закал» - до 800°C, 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.

Охлаждение обожженных изделий — не менее ответственная операция. При 800-780°C 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°C в связи с обратимым превращением  $\alpha$ - $\beta$ -кварц.

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.

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 минералообразования, 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.

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 начинается 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.

### ***3.2 Контроль производства и качества продукции***

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 требованиям, 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.

Таблица 3.3

**Контроль производства по массозаготовительному цеху**

Материал или операция	Контролируемый параметр		Место отбора/ контроля	Периодичность контроля	Метод контроля и погрешность	Исполнители
	Наименование	Предельное или номинальное значение				
<b>ГЛИНА</b>	Наличие посторонних включений	паспортные данные	Карьер	1 раз в смену	Визуально	ОТК, технолог
	Влажность	не более 21%	Карьер, ящичный питатель	1 раз в сутки	Весовой; до 0,2 %	Лаборатория
	Пластичность	не нормируется		1 раз в год или при переходе на другое сырье	Комбинированный по ГОСТ 21216.1-93; ±0,1%	
	Химический состав, % SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, SO <sub>3</sub> , п.п.п.	контролируется	Склад глины	при изменении сырья	ГОСТ 3226-77	Сторонняя организация
	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	До 370 Бк/кг		По мере необходимости при изменении сырья (не реже 1 раза в месяц)	ГОСТ 30108-94	Лаборатория
<b>ОПИЛКИ древесные</b>	Влажность	Не более 55%	Склад и дробильно-помольная установка	1 раз в смену	Весовой; до 0,2%	Лаборатория
	Гранулометрический состав	Более 5 мм не допускается; от 1 до 5мм – 85%; менее 1мм – 15%	Склад		Ситовой анализ	ОТК
<b>ШАМОТ</b>	Влажность	5-9%	Склад и дробильно-помольная установка		Ситовой анализ	Лаборатория
	Фракционный состав	Более 5 мм не допускается; от 1 до 5мм – 85%; менее 1мм – 15%	Лотковый питатель			
<b>ШИХТА</b>	Состав шихты	Глина–81% (об.) Опилки–11% (об.) Шамот–8% (об.)	Шихтозапасник		Весовой	
<b>Первичная обработка</b>	Зазор между валками: по выступам по впадинам	- 4 мм - 10 мм	Камневыделительные вальцы	Набор щупов	ОТК, технолог	

Материал или операция	Контролируемый параметр		Место отбора/ контроля	Периодичность контроля	Метод контроля и погрешность	Исполнители
	Наименование	Предельное или номинальное значение				
<i>Смешивание и пароувлажнение</i>	Зазор между концом лопасти и стеной корыта угол лопастей	3 мм 15 – 17 °	Глинонешалка		Щуп, угольник 90 °, класс точности 2	
	Влажность	18-21%				
<i>Шихта</i>	Зазор между валками	4 мм	Вальцы тонкого помола		Весовой; до 0,2%	
					Набор щупов	
<i>Перемешивание и пароувлажнение</i>	Зазор между концом лопасти и стеной корыта	Не более 3 мм	Смеситель	1 раз в смену	Набор щупов	
<i>Формование бруса</i>	Зазор между цилиндром и лопастями	3 мм	Пресс	1 раз в неделю		
	Глубина вакуумирования	7,2 кПа	В вакуум-камере	1 раз в смену	Вакуумметр ВТИ ГОСТ 2405-80	ОТК, технолог
	Размер выходного отверстия мундштука	124*261 мм	Пресс		Металлическая линейка	
<i>Брус</i>	Температура	30-35°C	При выходе из пресса	2 раза в смену	Погружение термометра в центр бруса. Термометр технический 0-100°C	Лаборатория
	Влажность	18-21%	При выходе из пресса			
<i>Резка кирпичной сырца</i>	Толщина резательной проволоки	0,8-1,0 мм	Резательный полуавтомат	1 раз в смену	Штангенциркуль	ОТК, технолог
<i>Сырца</i>	Размеры	261±4*125±3*69±3	После резки	2-3 раза в смену	Замер для определения размеров и косоугольности. Металлическая линейка. Угольник 90°, кл. точн. 2	
<i>Сушка</i>	Температура теплоносителя	t <sub>нач</sub> =30-35°C t <sub>кон</sub> =90-100°C	Центральный канал сушила		Термометр технический 0-100°C	ОТК, сушильщик
<i>Теплоноситель</i>	Относительная влажность	85-95%	1-ая позиция со стороны загрузки туннеля	1 раз в смену	Психрометр бытовой 0-40°C	
	Разрежение	24,5-39,2 Па	Туннель со стороны закатки	1 раз в 10 дней	Тягомер Креля ТНЖ-Н 0-400 Па, кл. точн. 5	

Материал или операция	Контролируемый параметр		Место отбора/ контроля	Периодичность контроля	Метод контроля и погрешность	Исполнители	
	Наименование	Предельное или номинальное значение					
<i>Высушенный сырец</i>	Влажность	6%	После сушки	1 раз в сутки	Весовой; до 0,2%	Лаборатория	
	Качество				Поштучный осмотр		ОТК, сушильщик
<i>Теплоноситель</i>	Качество при подаче и отборе	В зависимости от типа печи	Центральный канал	1 раз в квартал и при изменении числа оборотов вентилятора	Анемометр МС-13	Лаборатория, технолог	
<i>Обжиг</i>	Качество садки		Вагонетка печная	Постоянно	Внешний осмотр	ОТК, обжигальщик	
	Максимальная температура	1000°C	Туннельная печь	Ежедневно	Термопара ТХА	Лаборатория, ОТК, обжигальщик	
<i>Обжиг</i>	Режим обжига	В соответствии с кривой температур	По зонам туннельной печи	Ежедневно	Термопары ТХА	Лаборатория, ОТК, обжигальщик	
	Работа вентиляторов	В соответствии с нормами технической документации	Туннельная печь	1 раз в квартал	Тахометр СО-67		
<i>Готовый кирпич</i>	Внешний вид	В соответствии с ГОСТ 530-95	Выставочная площадка	1 раз в сутки	ГОСТ 530-95	ОТК	
	Прочность при сжатии и изгибе	Не менее значений, указанных в ГОСТ 530-95			ГОСТ 8462-85. Пресс гидравлический типа ПСУ-50		Лаборатория, ОТК
	Водопоглощение	Не менее 8%			1 раз в месяц или при изменении сырья и технологии	Весовой (насыщение водой при 20°C, 48ч – ГОСТ 7025-91)	
	Плотность	В соответствии с ГОСТ 530-95				1 раз в квартал и каждый раз при изменении сырья и технологии	ГОСТ 7025-91
	Морозостойкость	В зависимости от марки кирпича			2 раза в месяц		ГОСТ 530-95
	Наличие известковых включений	Разрушение кирпича не допускается					

### 3.3 Технохимические расчеты

Состав шихты:

Глина – 81%	плотность глины – 1,8 т/м <sup>3</sup>
Опилки – 11%	плотность опилок – 0,5 т/м <sup>3</sup>
Шамот – 8%	плотность шамота – 2,3 т/м <sup>3</sup>

1. Пересчет с объемных % на массовые %:

В 1 м<sup>3</sup> содержится 81 % (об) глины с плотностью 1,8 т/м<sup>3</sup>:

$$0,81 \cdot 1,8 = 1,458 \text{ т}$$

В 1 м<sup>3</sup> содержится 11 % (об) опилок с плотностью 0,5 т/м<sup>3</sup>:

$$0,11 \cdot 0,5 = 0,055 \text{ т}$$

В 1 м<sup>3</sup> содержится 8 % (об) шамота с плотностью 2,3 т/м<sup>3</sup>:

$$0,08 \cdot 2,3 = 0,184 \text{ т}$$

Итого: 1 м<sup>3</sup> весит 1,697 т.

Следовательно:

Глины содержится  $1,458 \cdot 100 / 1,697 = 85,92\%$  с  $W=21\%$

Опилок содержится  $0,055 \cdot 100 / 1,697 = 3,24\%$  с  $W=30\%$

Шамота содержится  $0,184 \cdot 100 / 1,697 = 10,84\%$  с  $W=9\%$

2. Потери при прокаливании шихты:

Содержание абсолютно сухих компонентов в 100 кг шихты

$$\text{Глина } \frac{85,92 \cdot 79}{100} = 67,88 \text{ кг}$$

$$\text{Опилки } \frac{3,24 \cdot 70}{100} = 2,27 \text{ кг}$$

$$\text{Шамот } \frac{10,84 \cdot 91}{100} = 9,86 \text{ кг}$$

Всего абсолютно сухой массы в 100 кг шихты 80 кг

Рецепт шихты по абсолютно сухим материалам:

$$\text{Глина } \frac{67,88 \cdot 100}{80} = 84,85 \%$$

$$\text{Опилки } \frac{2,27 \cdot 100}{80} = 2,83 \%$$

$$\text{Шамот } \frac{9,86 \cdot 100}{80} = 12,32 \%$$

Таким образом, п.п.п. массы

$$\frac{84,85 \cdot 6,94}{100} + \frac{2,83 \cdot 100}{100} = 8,72 \%$$

### 3.3.1 Расчет химического состава шихты по шихтовому составу массы

При расчете из состава массы исключают шамот, так как он по химическому составу практически одинаков с химическим составом массы.

1. Пересчет шихтового состава массы после исключения шамота на 100%:

Глина – 96,77%

Опилки – 3,23%

Коэффициент пересчета:

$\Sigma = 84,85 + 2,83 = 87,68\%$

$K = 100 / 87,68 = 1,14$

2. Химический состав шихты:

Таблица 3.4.1

Химический состав компонентов массы, %

Наименование компонентов	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	п.п.п.
Глина	58,65	19,16	1,22	9,16	1,28	1,28	0,10	2,66	6,94
Опилки	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Таблица 3.4.2

Химический состав шихты, %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	п.п.п.
56,76	18,54	1,18	8,86	1,24	1,24	0,10	2,57	8,72

SiO<sub>2</sub> (шихта) =  $58,65 \cdot 0,9677 = 56,76\%$

Потери при прокаливании:

ППП =  $6,94 \cdot 0,8485 + 100 \cdot 0,0283 = 8,72$

### 3.4 Материальные расчеты

#### 3.4.1 Материальный баланс цеха

Исходные данные.

Производительность завода- 13 млн. шт. год

Средняя масса одного изделия – 3,5 кг

Нормы потерь и брака по технологическим переделам:

Разгрузка на выставочной площадке (бой)- 2%

Брак при обжиге- 3%

Садка на обжиговые вагонетки- 0,5%

Сушка (брак при сушке)-2%

Укладка на сушильные вагонетки- 0,5%

Формование (брак)- 0,5% (возврат)

Складирование шихты- 0,2%

Смешение (лопастной смеситель)- 0,05%

Помол (бегуны)- 1%

Просеивание (виброгрохот, сито-бурат)- 0,2%

Измельчение (щековая, молотковая дробилки)- 0,8%

Камневыделительные вальцы- 0,1%

Объемное дозирование (ящичный питатель)- 0,1%

Транспортировка- 0,02%

Переработка опилок- 1%

Пароувлажнение- 0,4%

Остаточная влажность кирпича после сушки- 6%

Влажность карьерной глины- 21%

Влажность шамота- 9%

Влажность опилок- 30%

Формовочная влажность- 21%

Потери при прокаливании глины- 6,94%

Состав шихты:

Глина – 81%      плотность глины – 1,8 т/м<sup>3</sup>

Опилки – 11%      плотность опилок– 0,5 т/м<sup>3</sup>

Шамот – 8%      плотность шамота - 2,3 т/м<sup>3</sup>

Пересчет с объемных % на массовые %:

В 1 м<sup>3</sup> содержится 81 % (об) глины с плотностью 1,8 т/м<sup>3</sup>:

$$0,81*1,8=1,458 \text{ т}$$

В 1 м<sup>3</sup> содержится 11 % (об) опилок с плотностью 0,5 т/м<sup>3</sup>:

$$0,11*0,5=0,055 \text{ т}$$

В 1 м<sup>3</sup> содержится 8 % (об) шамота с плотностью 2,3 т/м<sup>3</sup>:

$$0,08*2,3=0,184 \text{ т}$$

Итого: 1 м<sup>3</sup> весит 1,697 т.

Следовательно:

Глины содержится  $1,458*100/1,697=85,92\%$  с  $W=21\%$

Опилок содержится  $0,055*100/1,697=3,24\%$  с  $W=30\%$

Шамота содержится  $0,184*100/1,697=10,84\%$  с  $W=9\%$

Потери при прокаливании шихты:

Содержание абсолютно сухих компонентов в 100 кг шихты

$$\text{Глина } \frac{85,92 \cdot 79}{100} = 67,88 \text{ кг}$$

$$\text{Опилки } \frac{3,24 \cdot 70}{100} = 2,27 \text{ кг}$$

$$\text{Шамот } \frac{10,84 \cdot 91}{100} = 9,86 \text{ кг}$$

Всего абсолютно сухой массы в 100 кг шихты 80 кг

Рецепт шихты по абсолютно сухим материалам:

$$\text{Глина } \frac{67,88 \cdot 100}{80} = 84,85 \%$$

$$\text{Опилки } \frac{2,27 \cdot 100}{80} = 2,83 \%$$

$$\text{Шамот } \frac{9,86 \cdot 100}{80} = 12,32 \%$$

Таким образом, п.п.п. массы

$$\frac{84,85 \cdot 6,94}{100} + \frac{2,83 \cdot 100}{100} = 8,72 \%$$

## Расчет

1. Производительность завода

$$13000000 \cdot 3,5 = 45500000 = 45500 \text{ т/год}$$

2. Масса кирпича, поступающего на склад с учетом боя при разгрузке на выставочной площадке

$$\frac{45500 \cdot 100}{100 - 2} = 46428,57 \text{ т/год}$$

Бой на складе  $46428,57 - 45500 = 928,57$  т/год

3. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом брака при обжиге

$$\frac{928,57 \cdot 100}{100 - 3} = 957,29 \text{ т/год}$$

Брак при обжиге  $957,29 - 928,57 = 28,72$  т/год

4. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом остаточной влажности после сушки

$$\frac{957,29 \cdot 100}{100 - 6} = 1018,39 \text{ т/год}$$

Потери влаги при обжиге  $1018,39 - 957,29 = 61,1$  т/год

5. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом п.п.п.

$$\frac{1018,39 \cdot 100}{100 - 8,72} = 1115,68 \text{ т/год}$$

Потери при прокаливании  $1115,68 - 1018,39 = 97,29$  т/год

6. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом брака при садке на вагонетки обжига

$$\frac{1115,68 \cdot 100}{100 - 0,5} = 1121,28 \text{ т/год}$$

Потери при садке на вагонетки обжига  $1121,28 - 1115,68 = 5,6$  т/год

7. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом брака при сушке

$$\frac{1121,28 \cdot 100}{100 - 2} = 1144,16 \text{ т/год}$$

Брак при сушке  $1144,16 - 1121,28 = 22,88$  т/год

8. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом формовочной влажности

$$\frac{1144,16 \cdot (100 - 6)}{100 - 21} = 1361,41 \text{ т/год}$$

Потери влаги при сушке  $1361,41 - 1144,16 = 217,24$  т/год

9. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом брака при садке на вагонетки сушки

$$\frac{1361,41 \cdot 100}{100 - 0,5} = 1368,25 \text{ т/год}$$

Потери при садке на вагонетки сушки  $1368,25 - 1361,41 = 6,84$  т/год

10. Масса шихты, поступающей на формование с учетом брака при формовании

$$\frac{1368,25 \cdot 100}{100 - 0,5} = 1375,13 \text{ т/год}$$

Брак при формовании (возвратный)  $1375,13-1368,25=6,88$  т/год

11. Масса шихты, поступающей в смеситель с учетом пароувлажнения

$$\frac{1368,25 \cdot (100 - 21)}{100 - (21 - 0,4)} = 1361,36 \text{ т/год}$$

Вода на пароувлажнение  $1368,25-1361,36=6,89$  т/год  
с учетом потерь

$$\frac{1361,36 \cdot 100}{100 - 0,05} = 1362,04 \text{ т/год}$$

Потери при перемешивании  $1362,04-1361,36=0,68$  т/год

12. Масса шихты, поступающей на вальцы тонкого помола с учетом потерь

$$\frac{1362,04 \cdot 100}{100 - 1} = 1375,8 \text{ т/год}$$

Потери  $1375,8-1362,04=13,76$  т/год

13. Масса шихты, поступающей на дозирование с учетом потерь

$$\frac{1375,8 \cdot 100}{100 - 0,1} = 1377,18 \text{ т/год}$$

Потери  $1377,18-1375,8=1,38$  т/год

14. Масса шихты, поступающей на вылеживание

$$\frac{1377,18 \cdot 100}{100 - 0,2} = 1379,94 \text{ т/год}$$

Потери при вылеживании  $1379,94-1377,18=2,76$  т/год

15. Масса шихты, поступающей в глиносмеситель с учетом пароувлажнения

$$\frac{1379,94 \cdot (100 - 20,6)}{100 - (20,6 - 0,4)} = 1373,02 \text{ т/год}$$

Вода на пароувлажнение  $1379,94-1373,02=6,92$  т/год  
с учетом потерь

$$\frac{1373,02 \cdot 100}{100 - 0,05} = 1373,71 \text{ т/год}$$

Потери при перемешивании  $1373,71-1373,02=0,69$  т/год

16. Масса шихты, поступающей на вальцы с гладкими валками с учетом потерь

$$\frac{1373,71 \cdot 100}{100 - 1} = 1387,58 \text{ т/год}$$

Потери  $1387,58-1373,71=13,87$  т/год

17. Масса шихты, поступающей на бегуны мокрого помола с учетом потерь

$$\frac{13,87 \cdot 100}{100 - 1} = 14,01 \text{ т/год}$$

Потери  $14,01-13,87=0,14$  т/год

18. Масса шихты, поступающей на камневыделительные вальцы с учетом потерь

$$\frac{14,01 \cdot 100}{100 - 0,1} = 14,02 \text{ т/год}$$

Потери при камневыведении  $14,03-14,01=0,02$  т/год

19. Масса глины, поступающей на дозирование с учетом потерь

$$\frac{14,03 \cdot 0,8592 \cdot 100}{100 - 0,1} = 12,06 \text{ т/год}$$

Потери  $12,06-12,05=0,01$  т/год

20. Масса глины, поступающей на рыхление с учетом потерь

$$\frac{12,06 \cdot 100}{100 - 0,05} = 12,07 \text{ т/год}$$

Потери при рыхлении  $12,07-12,06=0,01$  т/год

21. Масса глины с учетом транспортных потерь

$$\frac{12,07 \cdot 100}{100 - 0,02} = 12,074 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке  $12,074-12,07=0,004$  т/год

Масса глины, поступающей в глинозапасник  $12,074$  т/год

22. Масса опилок, поступающих на дозирование с учетом потерь

$$\frac{14,03 \cdot 0,0324 \cdot 100}{100 - 0,1} = 0,455 \text{ т/год}$$

Потери при дозировании  $0,455-0,45=0,0055$  т/год

23. Масса опилок, поступающих на просев в сито-бурат с учетом потерь

$$\frac{0,455 \cdot 100}{100 - 0,2} = 0,456 \text{ т/год}$$

Потери при просеивании  $0,456-0,455=0,001$  т/год

24. Масса опилок с учетом отходов

$$\frac{0,456 \cdot 100}{100 - 1} = 0,46 \text{ т/год}$$

Отходы  $0,46 - 0,456 = 0,0046$  т/год

25. Масса опилок, поступающих на дозирование с учетом потерь

$$\frac{0,0046 \cdot 100}{100 - 0,1} = 0,0046 \text{ т/год}$$

Потери при дозировании  $0,0046 - 0,0046 = 0$  т/год

26. Масса опилок с учетом транспортных потерь

$$\frac{0,4610,07 \cdot 100}{100 - 0,02} = 4610,99 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке  $4610,99-4610,07=0,92$  т/год

Масса опилок, поступающих на хранение в бункер  $4610,99$  т/год

27. Масса шамота, поступающего на дозирование с учетом потерь

$$\frac{140300,79 \cdot 0,1084 \cdot 100}{100 - 0,1} = 15223,83 \text{ т/год}$$

Потери при дозировании  $15223,83-15208,61=15,22$  т/год

28. Масса шамота, поступающего на просев в сито-бурат с учетом потерь

$$\frac{15223,83 \cdot 100}{100 - 0,2} = 15254,34 \text{ т/год}$$

Потери при просеивании 15254,34-15223,83=30,51 т/год

29. Масса шамота, поступающего на дробление (молотковая дробилка) с учетом потерь

$$\frac{15254,34 \cdot 100}{100 - 0,8} = 15377,36 \text{ т/год}$$

Потери при дроблении 15377,36-15254,34=123,02 т/год

30. Масса шамота, поступающего на дробление (щековая дробилка) с учетом потерь

$$\frac{15377,36 \cdot 100}{100 - 0,8} = 15501,37 \text{ т/год}$$

Потери при дроблении 15501,37-15377,36=124,01 т/год

31. Масса шамота, поступающего на дозирование с учетом потерь

$$\frac{15501,37 \cdot 100}{100 - 0,1} = 15516,89 \text{ т/год}$$

Потери при дозировании 15516,89-15501,37=15,52 т/год

32. Масса шамота с учетом транспортных потерь

$$\frac{15516,89 \cdot 100}{100 - 0,02} = 15519,99 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке 15519,99-15516,89=3,1 т/год

Масса шамота, поступающего на хранение в бункер 15519,99 т/год

Таблица 3.4

Материальный баланс

Приход			Расход		
статьи	т/год	%	статьи	т/год	%
Глина	120751,62	84,88	Готовый кирпич	91000	63,97
Опилки	4610,99	3,24	Бой на складе	1857,14	1,31
Шамот	15519,99	10,91	Брак при обжиге	2871,87	2,02
Вода на пароувлажнение	1381	0,97	Потери влаги при обжиге	6110,36	7,48
			П.П.П.	9728,74	7,14
			Потери при садке на вагонетки обжига	560,64	0,41
			Брак при сушке	2288,34	1,68
			Потери влаги при сушке	21724,76	11,70
			Потери при садке на вагонетки сушки	684,13	0,48
			Потери при перемешивании шихты	68,1	0,05
			Потери на вальцах тонкого помола	1375,81	0,97
			Потери при	137,72	0,10

Приход			Расход		
статьи	т/год	%	статьи	т/год	%
			дозировании шихты		
			Потери при вылеживании	275,99	0,19
			Потери при перемешивании	68,69	0,05
			Потери на вальцах с гладкими валками	1387,59	0,98
			Потери на бегунах мокрого помола	1401,61	0,99
			Потери при камневыделении	140,3	0,10
			Потери при дозировании глины	120,67	0,08
			Потери при рыхлении глины	60,36	0,04
			Транспортные потери глины	24,15	0,02
			Потери при дозировании опилок	4,55	0,003
			Потери при просеивании опилок	9,12	0,006
			Отходы опилок	46,05	0,03
			Потери при дозировании опилок	4,61	0,003
			Транспортные потери опилок	0,92	0,0006
			Потери при дозировании шамота	15,22	0,01
			Потери при просеивании шамота	30,51	0,02
			Потери при дроблении шамота (молотковая дробилка)	123,02	0,09
			Потери при дроблении шамота (щековая дробилка)	124,01	0,09
			Потери при дозировании шамота	15,52	0,01
			Транспортные потери шамота	3,1	0,002
			Невязка	0	0,00005

Приход			Расход		
статьи	т/год	%	статьи	т/год	%
<b>Итого:</b>	<b>142263,6</b>	<b>100</b>	<b>Итого:</b>	<b>142263,6</b>	<b>100</b>

### 3.5 Режим работы цехов предприятия

#### 1. Режим работы массозаготовительного цеха

1. Календарный фонд времени	365 дней
2. Число праздничных дней	11 дней
3. Сменность	3 смены в сутки
4. Длительность смены	8 часов
5. Плановый ремонт	18 суток
6. Аварийные остановки	1%
7. Чистка и уборка оборудования	0,5 ч/смену

Годовой фонд времени работы оборудования:

$$(365 - 11 - 18) \cdot (24 - 1,5) \cdot \left(\frac{100 - 1}{100}\right) = 7484,4 \text{ часа}$$

#### 2. Режим работы цеха формования, сушки, обжига.

1. Календарный фонд времени	365 дней
2. Число праздничных дней	11 дней
3. Сменность	3 смены в сутки
4. Длительность смены	8 часов
5. Плановый ремонт	18 суток
6. Аварийные остановки	1%
7. Чистка и уборка оборудования	0,5 ч/смену

Годовой фонд времени работы оборудования:

$$(365 - 11 - 18) \cdot (24 - 1,5) \cdot \left(\frac{100 - 1}{100}\right) = 7484,4 \text{ часа}$$

### 3.6 Производственная программа предприятия

Таблица 3.6

Операция	т/год	т/час	м <sup>3</sup> /час
Рыхление глины (глинорыхлитель)	120727,47	16,13	8,96
Дозирование глины (ящичный питатель)	120667,11	16,12	8,95
Камневыделение (камневыделительные вальцы)	140300,79	18,75	11,03
Измельчение и перемешивание (бегуны мокрого помола)	140160,49	18,73	11,02
Помол (вальцы с гладкими валками)	138758,88	18,54	10,91
Перемешивание с пароувлажнением (глиносмеситель с фильтрующей решеткой)	137371,29	18,35	10,80
Вылеживание (шихтозапасник)	137994,30	18,44	10,84
Дозирование шихты (ящичный питатель)	137718,31	18,40	10,82
Промин и измельчение (вальцы тонкого помола)	137580,59	18,38	10,81
Перемешивание с пароувлажнением (лопастной двухвальный смеситель)	136204,78	18,20	10,7
	<b>т/год</b>	<b>т/час</b>	<b>шт/час</b>
Формование изделий (ленточный вакуумный пресс)	137513,55	18,37	5249,53
Сушка кирпича-сырца (туннельное сушило)	136825,93	18,28	5223,28
Обжиг кирпича (туннельная печь)	112128,75	14,98	4280,47

### 3.7 Выбор и расчет оборудования цеха формования, сушки и обжига

Подбор оборудования производится согласно выбранной ранее технологической схеме и производственной программой цеха.

Количество единиц оборудования:

$$n = \frac{R}{P},$$

где R-количество материала, которое необходимо переработать;

P- производительность оборудования.

Коэффициент использования определяет эффективность использования оборудования:

$$K = \frac{R}{n \cdot P}$$

#### 1. Ленточный вакуумный пресс СМК-133.

№	Элементы характеристики	Ед. изм.	Показатели
1	Производительность	шт/час	7000
2	Диаметр шнека на выходе	мм	550
3	Мощность электродвигателя	кВт	75
4	Габаритные размеры: длина ширина высота	мм	7000 1430 2600
5	Вес	т	5,46

$$n = \frac{5249,53}{7000} = 0,75 \quad K = \frac{5249,53}{1 \cdot 7000} = 0,75$$

Принимаем  $n=1$ .

## 2. Туннельная сушилка.

№	Элементы характеристики	Ед. изм.	Показатели
1	Производительность	шт/час	0
2	Температура: воздуха, поступающего из зоны охлаждения туннельной печи в смесительную камеру воздуха, подогреваемого в калорифере и поступающего в смесительную камеру смеси продуктов горения газов в печи с воздухом из зоны остывания, на входе в смесительную камеру разбавленных дымовых газов, поступающих из подтопка рециркулята, поступающего в смесительную камеру теплоносителя, поступающего в туннель отработанного теплоносителя в конце туннеля	°С	450 180 128 150 400 40 80 47
3	Относительная влажность отработанного теплоносителя	%	85
4	Общий максимальный расход тепла на испарение влаги с учетом всех потерь в трубопроводах в зимних условиях	ккал/кг	1630
5	Габаритные размеры туннеля: длина ширина высота	м	30 1,1 1,7

Расчет количества туннелей в сушилке:

Необходимо высушивать 5223,28 штук в час.

Время сушки – 60 часов.

Количество вагонеток – 23 штуки.

Количество кирпича на одной вагонетке – 220 штук.

1. Единовременная емкость туннеля:

$$250 \cdot 23 = 5750 \text{ штук}$$

2. Количество кирпичей, высушиваемых одним туннелем, учитывая время сушки 60 часов:

$$5750/60 = 96,83 \text{ шт/ч}$$

3. Количество вагонеток, выталкиваемых в час:

$$96,83/250 = 0,387 \text{ ваг/ч}$$

4. Общее количество туннелей:

5223,28/95,83=54,51=55 туннеля

Имеются два запасных туннеля, следовательно, всего 57 туннелей (5 блоков по 10 туннелей и один блок имеет 7 туннелей).

### 3. Туннельная печь.

№	Элементы характеристики	Ед. изм.	Показатели
1	Производительность	млн.шт. усл. кирп./год	26
2	Время обжига	ч	36
3	Длина канала: Ширина: внутреннего канала средняя по наружным размерам Высота: от пода вагонетки до замка свода по наружным размерам (зона подогрева и охлаждения/зона обжига)	м	124,35  2,9 4,1/5  1,8  3,075/3,875
4	Длина технологических зон: подогрева обжига охлаждения	м	39 36 45
5	Количество вагонеток в печи	шт.	40
6	Количество кирпича на вагонетке	шт. усл. кирп.	2784 (4 пакета по 696)
7	Размеры вагонетки: длина ширина высота	мм	3000 3000 875

### **3.8 Выбор и расчет бункеров и складов**

#### **1. Бункер для хранения опилок.**

Согласно производственной программе должен вмещать 1,23 м<sup>3</sup>/час.

Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

$$1,23 \cdot 2 = 2,46 \text{ м}^3$$

Объем бункера с учетом коэффициента заполнения:

$$2,46 / 0,8 = 3,08 \text{ м}^3$$

#### **2. Бункер для хранения шамота.**

Согласно производственной программе должен вмещать 0,9 м<sup>3</sup>/час.

Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

$$0,9 \cdot 2 = 1,8 \text{ м}^3$$

Объем бункера с учетом коэффициента заполнения:

$$1,8 / 0,8 = 2,25 \text{ м}^3$$

#### **3. Шихтозапасник.**

Согласно производственной программе должен вмещать 10,84 м<sup>3</sup>/час.

Необходимо обеспечить запас сырья на 10 суток:

$$10,84 \cdot 240 = 2601,6 \text{ м}^3$$

Объем шихтозапасника с учетом коэффициента заполнения:

$$2601,6 / 0,8 = 2352 \text{ м}^3$$

### 3.9 Теплоэнергетические расчеты

#### **Краткая характеристика туннельной печи.**

Туннельные печи относятся к печам с подвижным составом. Они представляют собой прямой канал (туннель) различных размеров. Внутри туннеля проложен рельсовый путь, ширина которого зависит от ширины печи. Вагонетки по внутрицевовому рельсовому пути подаются к печи и одна за другой, через определенные промежутки времени, проталкиваются в печь толкателем. Каждая вагонетка, пройдя всю длину туннеля, выдается из печи с другого конца при каждом проталкивании. Таким образом, создается непрерывное перемещение вагонеток в печи, постепенный подогрев, обжиг и охлаждение изделий, находящихся на поду вагонетки.

#### *Зоны туннельных печей.*

Всю длину печи можно разделить на отдельные зоны, в которых протекают различные процессы. Печь имеет следующие три зоны (рис. 3.13): подогрева, обжига и охлаждения. Каждая зона печи имеет определенную длину, свои конструктивные особенности и свой режим.

Зона подогрева начинается от форкамеры и кончается на границе с зоной обжига. Длина этой зоны условно определяется графиком обжига и считается примерно до первых горелок по ходу движения вагонеток. Эта зона достаточно большой длины, необходимой для более полного использования тепла продуктов горения, поступающих из зоны обжига (от горелочных устройств). Основное назначение зоны подогрева - равномерный прогрев садки обжигаемых изделий до температур, соответствующих графику обжига.

Топливо сжигается в зоне обжига, расположенной в средней части печи, с помощью специальных горелочных устройств. В этой части печи поддерживаются максимальные температуры, необходимые для обжига. Продукты горения, проходя вдоль туннеля, попадают в зону подогрева, а затем выбрасываются в атмосферу через дымоходы. Таким образом, в туннеле происходит непрерывное движение воздуха (зона охлаждения) и дымовых газов (зоны обжига, подогрева) навстречу перемещающемуся составу вагонеток с изделиями (противоточное движение).

Зона охлаждения служит для охлаждения обожженных изделий до 60—80° перед выдачей вагонеток из печи и для утилизации тепла, отбираемого от разогретых изделий. В этой зоне охлаждается также и футеровка вагонеток, нагретая до высоких температур. Изделия и футеровка вагонеток охлаждаются холодным воздухом, подаваемым вентилятором в торцовую часть печи сверху и сбоку через несколько каналов, расположенных по длине зоны охлаждения ближе к выходному концу печи.

Воздуха для охлаждения изделий и пода вагонеток требуется в несколько раз больше, чем для горения топлива. Избыточный горячий воздух отбирается из зоны охлаждения печи и используется для сушки изделий в отдельно стоящих сушилах. Его также можно использовать для

рециркуляции в зоне подогрева. Обычно эта часть воздуха считается отбираемой из печи на сторону.

Размеры отдельных зон по длине печи зависят от конструктивных особенностей печи, от вида обжигаемых изделий и устанавливаются в зависимости от заданного режима обжига и охлаждения изделий.

При расчетах и конструировании печей не всегда можно точно установить границы между зонами, поэтому в большинстве случаев допускается некоторое увеличение зоны обжига, занятой горелочными устройствами. При работе печи размеры отдельных зон устанавливаются в соответствии с графиком температур по длине печи. При этом часть горелок зоны обжига могут быть не использованы в работе.

Обычно относительно большая по длине печи зона обжига требуется при обжиге динасовых изделий и высокоогнеупорных изделий. Поэтому данные печи имеют большое количество горелок.

#### *Размеры туннельных печей.*

Длина печи определяется многими факторами, главные из которых — форма и размеры обжигаемых изделий, режим обжига и охлаждения и производительность печи.

Малые туннельные печи имеют длину 5—6 м и меньше, но поперечное сечение рабочего канала этих печей составляет 0,01—0,02 м<sup>2</sup>. Эти печи имеют небольшую производительность и используются для обжига специальных изделий небольших размеров, например автосвечей. В настоящее время в огнеупорной промышленности работают печи длиной до 180 м.

Печи большой тепловой мощности для лучшего использования тепла и улучшения процесса обжига и охлаждения изделий, как правило, должны иметь большую длину. Печи шириной 3,0 м для обжига шамотных изделий можно строить длиной 80—120 м. При очень большой длине печи увеличиваются тепловые потери в окружающую среду и подсосы воздуха через неплотности, ухудшающие теплообменные процессы.

Ширина туннельных печей выбирается в зависимости от производительности, равномерности обжига и конструкции вагонеток. Практикой установлено, что в печах шириной 3,0—3,2 м можно достичь вполне равномерного обжига изделий. Для более широких печей утяжеляется конструкция вагонеток и возможны их перекосы при проталкивании в длинных печах.

Высота печи выбирается в зависимости от вида обжигаемых изделий.

При малой высоте и большой ширине свод печи делают плоским (подвесным), позволяющим лучше использовать площадь пода вагонетки и иметь большой вес садки на вагонетку. При этом садка получается одинаковой высоты по всей вагонетке. Печи для обжига огнеупорных изделий, имеющие высокое рабочее пространство, строят с арочным сводом, более простым по конструкции.

Таким образом, по конструкции рабочего пространства (высоте печи и конструкции свода) туннельные печи разделяются на печи с арочным сводом и печи с подвесным сводом.

#### *Футеровка печей.*

Толщину стен и свода печей и виды огнеупорных и строительных материалов выбирают с учетом большого срока службы печи без ремонта (2,5-3 года) и небольших тепловых потерь в окружающую среду, которые будут в допустимых пределах, если температура наружной поверхности стен в зоне высоких температур не будет превышать 70—80°C.

Печи сооружают на фундаменте, который выполняют каменным (бутовым), бутобетонным, бетонным и железобетонным. Глубина залегания фундамента зависит от свойств грунта и веса печи. На грунт из слабой песчаной глины нагрузка допускается не более 1 кг/см<sup>2</sup>, из плотной глины - 4,5-5,5 кг/см<sup>2</sup> и из сплошной горной породы - до 15 кг/см<sup>2</sup>. Для нормальной работы печи необходимо, чтобы наивысший уровень грунтовых вод проходил не ближе чем в 0,25 м от фундамента печи. При высоком уровне грунтовых вод устраивают дренажные каналы.

Для большей прочности снаружи стен и свода печи устанавливают металлический или железобетонный каркас, состоящий из вертикальных балок (стоек). Внизу стойки заделывают в бетонный фундамент, а сверху попарно стягивают связями. Конструкция крепления свода определяется конструкцией самого свода.

Наиболее распространен в промышленных печах арочный свод. Нормальный арочный свод выполняется с центральным углом  $\alpha = 60^\circ$ .

В стенах при постройке печи оставляют температурные швы, необходимые для расширения кирпича. Так как кладка ведется вперевязку, то каждый шов в вертикальной и горизонтальной проекции имеет форму ломаной зигзагообразной линии.

Температурные швы в своде оставляют по длине печи через 3-7,5 м и таким образом свод выкладывают отдельными секциями.

#### *Садка изделий на вагонетки.*

Состав вагонеток с обжигаемыми изделиями передвигается по туннелю периодически, через определенные промежутки времени, с помощью механического (винтовой или тросовой) или гидравлического толкателя. Скорость перемещения вагонеток в печи в период проталкивания составляет 1,0—1,5 м/мин. Количество вагонеток, загружаемых в печь в течение часа или суток, зависит от общей продолжительности обжига и длины туннеля.

Каждая вагонетка при проталкивании перемещается в печи на расстояние, равное длине одной вагонетки.

Для уплотнения входной и выходной части туннеля, в которую при загрузке очередной вагонетки в печь может засасываться холодный воздух, строят форкамеры с плотно закрывающимися дверями. При этом толкатель подает в печь вагонетку из форкамеры. Форкамера отделена от печи подъемной металлической шторкой (шибером). Противоположный конец

печи на выдаче вагонеток также оборудуется подъемной дверью. Подъемные механизмы дверей синхронно связаны с работой толкателя.

Обжигаемые изделия укладывают на под вагонетки таким образом, чтобы садка строго соответствовала по высоте и ширине установленным размерам. Габариты садки контролируют металлическим шаблоном, установленным перед форкамерой и соответствующим сечению туннеля, через который проходит вагонетка.

Высота садки изделий зависит от вида обжигаемого материала и обычно не превышает 2 м. Изделия, подвергаемые высокотемпературному обжигу, для предупреждения деформации укладывают на вагонетки высотой не более 1,0—1,1 м.

Количество изделий, вмещающихся на вагонетку, и тоннаж садки определяются размерами вагонеток и типом садки. Изделия для равномерной обтекаемости газами укладывают более плотно в верхней части садки и менее плотно (оставляют каналы) в нижней. Для улучшения горения топлива в садке делают разрывы до 0,3—0,9 м против горелочных устройств. Эти разрывы особенно необходимы в широких печах для прогрева середины садки. Для различных огнеупоров и разной формы изделий применяются в промышленности различные способы садки.

С боковых сторон вагонетки имеются металлические листы - ножи, теплоизолированные огнеупорным бетоном, которые входят в желоба, наполненные песком или молотым шамотом. Это устройство, идущее по всей длине туннеля, называется песочным затвором, которое служит для герметизации рабочего пространства печи от контрольного коридора. Для пополнения песка в желоб песочного затвора во время работы в стенах устраивают специальные наклонные каналы-песочницы с воронкой, закрываемые крышкой. Для того, чтобы песок, выгребаемый ножом вагонетки из желоба песочного затвора, не попадал на рельсовый путь, внизу между стенкой печи и рельсами через каждые 1,5—2,0 м устраивают наклонные отверстия, проходящие ниже рельсового пути. По этим скосам песок просыпается вниз в контрольный коридор печи.

### 3.10 Теплотехнический расчет печи

#### Исходные данные для расчета.

Туннельная печь для обжига керамического кирпича размером 250\*120\*65 производительностью 26 млн. шт. в год, режим работы непрерывный, трехсменный;

Годовой фонд времени – 7484,4 часа;

Остаточная влажность кирпича после сушки – 6%;

Брак при обжиге – 3%;

П.П.П. – 8,72%;

Топливо – природный газ Березовского месторождения;

Температура обжига – 1000°C;

Продолжительность обжига – 26 часов;

Температура атмосферного воздуха - 20°C;

Коэффициент избытка воздуха  $\alpha=1,15$

Температура выгружаемых изделий - 50°C;

Температура отходящих газов из печи - 300°C;

Температура воздуха на сушку - 400°C;

Масса кирпича – 3,5 кг.

#### 3.10.1 Расчет горения топлива

##### 1. Состав сухого газа.

Таблица 3.10.1.1

Состав сухого газа, %

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	N <sub>2</sub>
0,4	95,1	1,1	0,3	0,03	0,02	3,05

##### 2. Состав влажного рабочего газа.

Принимаем содержание влаги в природном газе 1%

Пересчитываем состав сухого газа на влажный рабочий газ:

$$CO_2^{вл} = 0,4 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 0,39\%$$

Таблица 3.10.1.2

Состав влажного рабочего газа, %.

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
0,39	94,15	1,09	0,3	0,03	0,02	3,02	1

##### 3. Теплота сгорания топлива.

$$Q_H^p = 358,2 \cdot CH_4 + 637,5 \cdot C_2H_6 + 912,5 \cdot C_3H_8 + 1186,5 \cdot C_4H_{10} + 1460,8 \cdot C_5H_{12} =$$

$$= 358,2 \cdot 94,15 + 637,5 \cdot 1,09 + 912,5 \cdot 0,3 + 1186,5 \cdot 0,03 + 1460,8 \cdot 0,02 = 34757,98 (\text{кДж} / \text{нм}^3)$$

4. Теоретически необходимое количество сухого воздуха для горения топлива:

$$L_0 = 0,0476 \cdot (2 \cdot CH_4 + 3,5 \cdot C_2H_6 + 5 \cdot C_3H_8 + 6,5 \cdot C_4H_{10} + 8 \cdot C_5H_{12}) = 9,23 (\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

5. Теоретически необходимое количество атмосферного воздуха для горения топлива с учетом его влажности:

Принимаем влагосодержание атмосферного воздуха  $d=10\text{г/кг}$  сух. воз.

$$L_0^l = 1,016 \cdot L_0 = 1,016 \cdot 9,23 = 9,38(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

6. Количество и состав продуктов горения при  $\alpha=1$ :

$$V_{CO_2} = 0,01 \cdot (0,39 + 94,15 + 2 \cdot 1,09 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,03 + 5 \cdot 0,02) = 0,978(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_{H_2O} = 0,01(2 \cdot 94,15 + 3 \cdot 1,09 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,03 + 6 \cdot 0,02 + 1 + 0,16 \cdot 10 \cdot 9,23) = 2,088(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 1 \cdot 9,23 + 0,01 \cdot 3,02 = 7,322(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

7. Общее количество продуктов горения:

$$V_\alpha = 0,978 + 2,088 + 7,322 = 10,39 (\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

8. Процентный состав продуктов горения:

$$CO_2 = \frac{0,978 \cdot 100}{10,39} = 9,42\% \quad H_2O = \frac{2,088 \cdot 100}{10,39} = 20,1\%$$

$$N_2 = \frac{7,322 \cdot 100}{10,39} = 70,48\%$$

Всего: 100%.

9. Определение коэффициента избытка воздуха –  $\alpha$  при действительной температуре горения топлива  $t_{ДЕЙСТ}=1000^\circ\text{C}$ :

$$t_{ТЕОР} = \frac{t_{ДЕЙСТ}}{\eta_{П}} = \frac{1000}{0,82} = 1220^\circ\text{C}$$

Из уравнения теплового баланса горения  $1\text{м}^3$  топлива определяем коэффициент избытка воздуха –  $\alpha$ .

$$Q_H^P + L_0 \cdot C_{ВОЗД} \cdot \alpha + t_{ТОПЛ} \cdot C_{ТОПЛ} = [V_0 + (\alpha - 1) \cdot L_0] \cdot t_{ТЕОР} \cdot C_{П.Г.}$$

$$C_{П.Г.} = 1,35 + 0,000075 \cdot 1220 = 1,44(\text{кДж/м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$34757,98 + 9,23 \cdot 1,2978 \cdot 20 \cdot \alpha = [10,39 + (\alpha - 1) \cdot 9,23] \cdot 1220 \cdot 1,44$$

$$\alpha = 2,05$$

11. Действительное количество воздуха при коэффициенте расхода воздуха  $\alpha=2,05$ :

$$\text{Сухого воздуха: } L_\alpha = \alpha \cdot L_0 = 2,05 \cdot 9,23 = 18,92(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$\text{Атмосферного воздуха: } L_\alpha = \alpha \cdot L_0^l = 2,05 \cdot 9,38 = 19,23(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

12. Количество и состав продуктов горения при  $\alpha=2,05$ :

$$V_{CO_2} = 0,01 \cdot (0,39 + 94,15 + 2 \cdot 1,09 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,03 + 5 \cdot 0,02) = 0,978(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_{H_2O} = 0,01(2 \cdot 94,15 + 3 \cdot 1,09 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,03 + 6 \cdot 0,02 + 1 + 0,16 \cdot 10 \cdot 18,92) = 2,243(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 18,92 + 0,01 \cdot 3,02 = 14,976(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) \cdot L_0 = 0,21 \cdot (2,05 - 1) \cdot 9,23 = 2,035(\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

$$V_\alpha = 0,978 + 2,243 + 14,976 + 2,035 = 20,23 (\text{нм}^3 / \text{нм}^3)$$

12. Процентный состав продуктов горения:

$$CO_2 = \frac{0,978 \cdot 100}{20,23} = 4,83\% \quad H_2O = \frac{2,243 \cdot 100}{20,23} = 11,09\%$$

$$N_2 = \frac{14,976 \cdot 100}{20,23} = 74,03\% \quad O_2 = \frac{2,035 \cdot 100}{20,03} = 10,05\%$$

Всего: 100%.

## Материальный баланс процесса горения

Приход		кг	Расход		кг
Природный газ ( $V^{\text{газ}} \cdot \rho$ )			Продукты горения ( $V^{\text{прод.}} \cdot 100 \cdot \rho$ )		
CH <sub>4</sub>	94,15·0,717	67,51	CO <sub>2</sub>	0,978·100·1,977	184,35
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,09·1,356	1,48	H <sub>2</sub> O	2,243·100·0,804	180,34
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,3·2,02	0,61	N <sub>2</sub>	14,976·100·1,251	1854,56
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,03·2,84	0,09	O <sub>2</sub>	2,035·100·1,429	247,81
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,02·3,218	0,06		невязка	-4,91
CO <sub>2</sub>	0,39·1,977	0,77			
H <sub>2</sub> O	1·0,804	0,804			
N <sub>2</sub>	3,02·1,251	3,78			
Воздух ( $V^{\text{воз.}} \cdot \alpha \cdot \rho$ )					
O <sub>2</sub>	100·9,23·2,05·0,21·1,429	567,82			
N <sub>2</sub>	100·9,23·2,05·0,79·1,251	1869,99			
H <sub>2</sub> O	100·0,0016·10·9,23·2,05·0,804	24,34			
Итого:		2462,15	Итого:		2462,15

% невязки  $4,91 \cdot 100 / 2462,15 = 0,2\%$

## 3.10.2 Теплотехнический расчет печи

1. Производительность печи.

$$P = 13000000 \cdot 3,5 = 45500000 = 45500 \text{ (т/год)}$$

2. Единовременная емкость печной вагонетки.

Длина печи – 120 м, количество вагонеток – 40;

Длина вагонетки:

$$l = \frac{120}{40} = 3 \text{ (м)}$$

Ширина вагонетки 2,9 м.

Единовременная емкость печной вагонетки:

$$G_B = 2784 \cdot 3,5 = 9744 = 9,744 \text{ (т)}$$

3. Единовременная емкость печи по массе.

$$G_{II} = 40 \cdot 2784 \cdot 3,5 = 384,21 \text{ (т)}$$

4. Количество обжигаемого сырца в час.

Время обжига 26 часов.

$$G_C = G_{II} / Z = 384210 / 26 = 14777,13 \text{ (кг/ч)}$$

5. Количество вагонеток в час.

$$n = 14777,13 / 9744 = 1,54 \text{ (ваг/час)}$$

6. Длина отдельных зон печи.

$$L_{\text{ПОД1}}=18 \text{ м (20-200}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ПОД2}}=21 \text{ м (200-600}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ПОД3}}=12 \text{ м (600-1000}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ОБЖ}}=18 \text{ м (1000}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ОХЛ1}}=18 \text{ м (1000-650}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ОХЛ2}}=9 \text{ м (650-600}^{\circ}\text{C)}$$

$$L_{\text{ОХЛ3}}=24 \text{ м (600-50}^{\circ}\text{C)}$$

7. Расчет потерь в окружающую среду через футеровку печи.

$$Q=3,6 \cdot \alpha_{\text{СУМ}} \cdot F \cdot (t_{\text{Н.}} - t_{\text{ВОЗ.}}),$$

где  $F$  – наружная поверхность кладки;

$\alpha_{\text{СУМ}}$  – суммарный коэффициент теплоотдачи определяется в зависимости от  $t_{\text{Н.}}$ ;

$t_{\text{Н.}}$  – температура внешней поверхности печи на данном участке;

$t_{\text{ВОЗ.}}$  – температура окружающего воздуха.

а) Участок №1.

Температуры наружных поверхностей принимаем по практическим данным.

Температура наружных стен  $t_{\text{Н.СТ.}}=20^{\circ}\text{C}$ ; температура свода  $t_{\text{Н.СВ.}}=25^{\circ}\text{C}$ , температура пода  $t_{\text{Н.ПОД.}}=20^{\circ}\text{C}$ .

Наружная поверхность кладки:

$$F_{\text{СТ.}}=2 \cdot l \cdot h_{\text{НАР}}=2 \cdot 18 \cdot 3,075=110,7 \text{ м}^2, \alpha_{\text{СУМ}}=9,55$$

$$F_{\text{ПОД}}=l \cdot b_{\text{НАР}}=18 \cdot 2,9=52,2 \text{ м}^2, \alpha_{\text{СУМ}}=9,55$$

$$F_{\text{СВ.}}=l \cdot b_{\text{НАР}}=18 \cdot 4,1=73,8 \text{ м}^2, \alpha_{\text{СУМ}}=9,75$$

Потери тепла через стенку:

$$Q_{\text{СТ.1}}=3,6 \cdot 110,7 \cdot 9,55 \cdot (22-20)=7611,73 \text{ кДж/ч}$$

$$Q_{\text{СТ.1}}=3,6 \cdot 52,2 \cdot 9,55 \cdot (22-20)=3589,27 \text{ кДж/ч}$$

$$Q_{\text{СТ.1}}=3,6 \cdot 73,8 \cdot 9,75 \cdot (25-20)=12951,9 \text{ кДж/ч}$$

Потери тепла в окружающую среду на остальных участках рассчитываются аналогичным образом.

Таблица 3.10.1.4

Потери тепла в окружающую среду через кладку.

№ уч.	Стена				Под				Свод			
	$F, \text{ м}^2$	$t_{\text{Н.}}, ^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{СУМ}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{КЛ.}}, \text{ кДж/ч}$	$F, \text{ м}^2$	$t_{\text{Н.}}, ^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{СУМ}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{КЛ.}}, \text{ кДж/ч}$	$F, \text{ м}^2$	$t_{\text{Н.}}, ^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{СУМ}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{КЛ.}}, \text{ кДж/ч}$
1	110,7	22	9,55	7611,73	52,2	22	9,55	3589,27	73,8	25	9,75	12951,9
2	162,75	40	10,55	123624,9	60,9	40	10,55	46259,64	106,05	45	11	104989,5
3	93	50	11,25	112995	34,8	50	11,25	42282	60,6	60	12	104716,8
4	139,5	50	11,25	169492,5	52,2	50	11,25	63423	90,9	60	12	157075,2
5	139,5	50	11,25	169492,5	52,2	50	11,25	63423	90,9	60	12	157075,2
6	69,75	45	11	69052,5	26,1	45	11	25839	45,45	55	11,75	67288,73
7	166,8	40	10,55	126701,28	69,6	40	10,55	52868,16	109,8	45	11	108702

### Тепловой баланс зон подогрева и обжига.

#### Приход тепла.

1. Химическое тепло топлива.

$$Q_1 = Q_{\text{Н}}^p \cdot B = 34757,98 \cdot B \text{ (кДж/ч)}. \text{ Физическое тепло топлива.}$$

$$Q_2 = c_{\text{ТОП}} \cdot t_{\text{ТОП}} \cdot B = 1,5664 \cdot 20 \cdot B = 31,33B \text{ (кДж/ч)}$$

3. Физическое тепло воздуха.

$$Q_3 = L_0' \cdot \alpha \cdot c_{\text{возд}} \cdot t_{\text{возд}} \cdot B = 9,38 \cdot 2,05 \cdot 1,2978 \cdot 20 \cdot B = 499,11B \text{ (кДж/ч)}$$

4. Физическое тепло сырца.

$$Q_4 = G_C^W \cdot C_M \cdot t_C = 14777,13 \cdot 1,043 \cdot 20 = 308250,93 \text{ (кДж/ч)}$$

$$C_M = C_C \cdot \frac{100 - W}{100} + \frac{4,2 \cdot W}{100} = 0,842 \cdot \frac{100 - 6}{100} + \frac{4,2 \cdot 6}{100} = 1,043 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

$$C_C = 0,837 + 0,000264 \cdot t = 0,837 + 0,000264 \cdot 20 = 0,842 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

5. Физическое тепло с вагонеткой.

$$Q_5 = 1,54 \cdot m_{\text{ВАГ}} \cdot C \cdot t_{\text{ВАГ}} = 1,54 \cdot 14175 \cdot 0,845 \cdot 30 = 553377,83 \text{ (кДж/ч)}$$

$$m_{\text{ВАГ}} = a \cdot b \cdot h = 3 \cdot 3 \cdot 0,875 \cdot 1800 = 14175 \text{ (кг)}$$

$$C = 0,837 + 0,000264 \cdot t_{\text{ВАГ}} = 0,837 + 0,000264 \cdot 30 = 0,845 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

Общий приход тепла.

$$\sum Q_{\text{ПРИХ}} = 34757,98B + 31,33B + 499,11B + 308250,93 + 553377,83 = 35288,42B + 861628,76 \text{ (кДж/ч)}$$

Расход тепла.

1. Тепло, затраченное на испарение влаги.

$$Q_1 = G_{\text{ВЛ}} \cdot (2500 + 1,97t_{\text{П.Г.}} - 4,2 \cdot t_C) = 943,22 \cdot (2500 + 1,97 \cdot 300 - 4,2 \cdot 20) = 2836262,54 \text{ (кДж/ч)}$$

$$G_{\text{ВЛ}} = G_C \cdot \frac{W}{100 - W} = 14777,13 \cdot \frac{6}{100 - 6} = 943,22 \text{ (кг/ч)}$$

2. Тепло, затраченное на нагрев материала до 1000°С.

$$Q_2 = G_C \cdot C_K \cdot t_K = 13833,91 \cdot 1,101 \cdot 1000 = 15231134,91 \text{ (кДж/ч)}$$

$$G_C = G_C^W - G_{\text{ВЛ}} = 14777,13 - 943,22 = 13833,91 \text{ (кДж/ч)}$$

$$C_{\text{КК}} = 0,837 + 0,000264 \cdot 1000 = 1,101 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

3. Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала.

$$Q_3 = 4,19 \cdot G_C \cdot (5,5 \cdot \% \text{Al}_2\text{O}_3 + 6,7 \cdot \% \text{CaO}) = 4,19 \cdot 13833,91 \cdot (5,5 \cdot 18,54 + 6,7 \cdot 1,24) = 6392163,13 \text{ (кДж/ч)}$$

4. Тепло, затраченное на нагрев печных вагонеток.

$$Q_4 = 1,11 \cdot m_{\text{ВАГ}} \cdot C \cdot t_{\text{ВАГ}} = 1,54 \cdot 14175 \cdot 0,976 \cdot 525 = 11185435,8 \text{ (кДж/ч)}$$

$$t_{\text{ПОД}} = \frac{t_{\text{Н.СТ.}} + t_{\text{ВРАБ.К.}}}{2} = \frac{50 + 1000}{2} = 525 \text{ °C}$$

$$C = 0,837 + 0,000264 \cdot 525 = 0,976 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

5. Потери тепла с уходящими продуктами горения.

$$Q_5 = V_{\text{П.Г.}} \cdot i_{\text{П.Г.}} = 38,69B \cdot 472,5 = 18281,03B \text{ (кДж/ч)}$$

$$V_{\text{П.Г.}} = B \cdot [V_0 + (\alpha - 1) \cdot L_0] = B \cdot [20,23 + (3 - 1) \cdot 9,23] = 38,69B \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$i_{\text{П.Г.}} = C_{\text{П.Г.}} \cdot t_{\text{П.Г.}} = 1,575 \cdot 300 = 472,5 \text{ (кДж/м}^3\text{)}$$

$$C_{\text{П.Г.}} = 1,35 + 0,00075 \cdot 300 = 1,575 \text{ (кДж/кг} \cdot \text{°C)}$$

6. Потери тепла в окружающую среду.

$$Q_6 = 949011,44 \text{ (кДж/ч)}$$

Общие потери тепла:

$$\sum Q_{\text{РАСХ}} = 2836262,54 + 15231134,91 + 6392163,13 + 11185435,8 + 18281,03B + 949011,44 = 36594007,82 + 18281,03B \text{ (кДж/ч)}$$

Приравниваем сумму приходных статей к сумме расходных и определяем расход топлива В:

$$35288,42B+861628,76 = 36594007,82 + 18281,03B$$

$$17007,39B=35732379,06$$

$$B=2100,99 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$B_{\text{усл}} = \frac{Q_H^P \cdot B}{Q_{\text{нвсл}}^P \cdot G} = \frac{34757,98 \cdot 210,99}{33600 \cdot 13833,91} = 0,157 \text{ (кг/кг)}$$

Таблица 3.10.1.5

### Тепловой баланс зон подогрева и обжига

№	Наименование статей	кДж/ч	%
Приход тепла			
1	Химическое тепло топлива	73026168,4	98,21
2	Физическое тепло топлива	65824,02	0,09
3	Физическое тепло воздуха	1048625,12	0,56
4	Физическое тепло сырца	308250,93	0,41
5	Физическое тепло с вагонеткой	553377,83	0,73
	Итого:	75002246,3	100
Расход тепла			
1	Тепло, затраченное на испарение влаги	2836262,54	3,75
2	Тепло, затраченное на нагрев материала до 1000°C	15231134,91	20,12
3	Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала	6392163,13	8,45
4	Тепло, затраченное на нагрев печных вагонеток	11185435,8	14,78
5	Потери тепла с уходящими продуктами горения	38408261,22	51,65
6	Потери тепла в окружающую среду	949011,44	1,25
	Невязка	-22,74	
	Итого:	75002246,3	100

$$\% \text{ невязки} = 22,74 \cdot 100 / 75002246,3 = 0,00003\%$$

#### Тепловой баланс зоны охлаждения.

##### Приход тепла.

1. Физическое тепло, вносимое изделиями в зону охлаждения.

$$Q_1 = 15231134,91 \text{ (кДж/ч)}$$

2. Физическое тепло, вносимое печными вагонетками в зону охлаждения.

$$Q_2 = 11185435,8 \text{ (кДж/ч)}$$

3. Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий.

$$Q_3 = Q_{\text{в.г.}} + Q_{\text{в.с.}},$$

где  $Q_{\text{в.г.}}$  – количество тепла, вносимого воздухом, отбираемым затем на горение топлива, кДж/ч;

$Q_{\text{в.с.}}$  – количество тепла, вносимого воздухом, отбираемым затем на сушку, кДж/ч.

$$Q_{\text{в.г.}} = 0,6 \cdot B \cdot L_0 \cdot \alpha \cdot C_{\text{возд.}} \cdot t_{\text{возд.}} = 0,6 \cdot 2138,65 \cdot 9,23 \cdot 2,05 \cdot 1,2978 \cdot 20 =$$

$$=630208,55 \text{ (кДж/ч)}$$

$$Q_{в.с.} = X \cdot C_{возд.} \cdot t_{возд.} = X \cdot 1,29787 \cdot 20 = 25,96X \text{ (кДж/ч)}$$

где X – количество воздуха, отбираемого на сушку.

$$Q_3 = 630208,55 + 25,96X \text{ (кДж/ч)}$$

Общий приход тепла.

$$\sum Q_{прих} = 15231134,91 + 11185435,8 + 630208,55 + 25,96X =$$

$$= 27046779,26 + 25,96X \text{ (кДж/ч)}$$

Расход тепла.

1. Потери тепла с выгружаемыми изделиями.

$$Q_1 = G \cdot C_{изд.} \cdot t_{изд.} = 13833,91 \cdot 0,85 \cdot 50 = 587941,18 \text{ (кДж/ч)}$$

$$C_{изд.} = 0,837 + 0,000264 \cdot 50 = 0,85 \text{ (кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

2. Потери тепла с печными вагонетками.

$$Q_2 = 1,11 \cdot m_{ваг.} \cdot C_{ваг.} \cdot t_{ваг.} = 1,54 \cdot 14175 \cdot 0,849 \cdot 45 = 833996,05 \text{ (кДж/ч)}$$

$$C_{ваг.} = 0,837 + 0,000264 \cdot 45 = 0,849 \text{ (кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

3. Тепло воздуха, отводимого на сушку.

$$Q_3 = X \cdot C_{возд.} \cdot t_{возд.} = X \cdot 1,3577 \cdot 605 = 821,41X \text{ (кДж/ч)}$$

4. Потери тепла в окружающую среду.

$$Q_4 = 840442,37 \text{ (кДж/ч)}$$

Общие потери тепла.

$$\sum Q_{расх} = 587941,18 + 833996,05 + 821,41X + 840442,37 =$$

$$= 821,41X + 2262379,6 \text{ (кДж/ч)}$$

Приравниваем приход тепла к расходу и определяем количество воздуха, подаваемого на сушку.

$$\sum Q_{прих} = \sum Q_{расх}$$

$$27046779,26 + 25,96X = 821,41X + 2262379,60$$

$$X = 31157,71 \text{ (нм}^3\text{/ч)}$$

Таблица 3.10.1.6

### Тепловой баланс зоны охлаждения

№	Наименование статей	кДж/ч	%
	<b>Приход тепла</b>		
1	Физическое тепло, вносимое изделиями в зону охлаждения	15231134,91	54,68
2	Физическое тепло, вносимое печными вагонетками в зону охлаждения.	11185435,8	40,16
3	Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий	1439062,70	5,16
	Итого:	27855633,41	100
	<b>Расход тепла</b>		
1	Потери тепла с выгружаемыми изделиями	587941,18	2,11
2	Потери тепла с печными вагонетками	833996,05	2,99
3	Тепло воздуха, отводимого на сушку	25593254,57	91,88

4	Потери тепла в окружающую среду	840442,37	3,02
	Невязка	-0,76	
	Итого:	27855633,41	100

% невязки=0,76·100/27855633,41=0,000003%.

### Сводный тепловой баланс туннельной печи

Таблица 3.10.1.7

№	Наименование статей	кДж/ч	%
	Приход тепла		
1	Химическое тепло топлива	73026168,4	96,38
2	Физическое тепло топлива	65824,02	0,09
3	Физическое тепло воздуха	1048625,12	0,55
4	Физическое тепло сырца	308250,93	0,39
5	Физическое тепло с вагонеткой	553377,83	0,72
6	Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий	1439062,70	1,87
	Итого:	76441309	100
	Расход тепла		
1	Тепло, затраченное на испарение влаги	2836262,54	3,68
2	Потери тепла с выгружаемыми изделиями	587941,18	0,76
3	Потери тепла с печными вагонетками	833996,05	1,08
4	Тепло воздуха, отводимого на сушку	25593254,57	33,18
5	Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала	6392163,13	8,29
6	Потери тепла с уходящими продуктами горения	38408261,22	50,69
7	Потери тепла в окружающую среду	1789453,81	2,32
	Невязка	-23,5	
	Итого:	76441309	100

% невязки=23,5·100/76441309=0,00003%

### Коэффициент полезного действия печи.

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{гор}}} = \frac{(Q_i - Q_{\text{кирп}}) + Q_{\text{х.р.}} + Q_{\text{исп.}}}{Q_{\text{гор}}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{(15231134,91 - 308250,93) + 6392163,13 + 2836262,54}{73026168,4} \cdot 100\% = 36\%$$

## 4. Автоматизация технологического процесса

Тепловую обработку материалов и изделий проводят по заданному технологическому режиму, нарушение которого приводит к браку изделий. Для предупреждения отклонений от установленных режимов требуется постоянный контроль за работой печи при помощи различных контрольно-измерительных и регулирующих приборов и устройств.

Каждая печь имеет свои особенности, которыми она отличается от других печей, например, по конструкции, виду топлива или виду обжигаемого материала. Основная особенность туннельных печей - обжиг изделий на вагонетках, передвигающихся вдоль печного канала с определенной скоростью и проходящих отдельные зоны с различными заданными температурами. Топливо сжигается в середине печи - в зоне обжига, которая располагается между зонами охлаждения и подогрева.

Система обеспечивает:

Автоматическое регулирование температуры в зоне обжига;

Стабилизацию давления газа в общем газопроводе;

Стабилизацию разрежения;

Контроль температуры с регистрацией на ленточной диаграмме в зоне обжига;

Контроль температуры в зоне подогрева;

Контроль температуры в зоне охлаждения;

Контроль давления газа в общем газопроводе;

Световую и звуковую сигнализацию основных технологических параметров;

Дистанционное и автоматическое отключение газа при аварийных ситуациях.

### 4.1 Описание схемы автоматизации туннельной печи

1. Описание работы системы автоматического управления процессом в зоне обжига туннельной печи излагается на основании функциональной электрической схемы.

Для примера рассмотрим 1-й контур регулирования. Сигнал с термопреобразователя поступает в милливольтметр P1 и сравнивается с заданным сигналом, соответствующим величине регулируемой температуры. Сигнал рассогласования включает выходное реле KVI.1 милливольтметра P1, контакт реле KVI.2 замыкается и тем самым включает вентиль. При достижении температуры заданной величины на выходе милливольтметра сигнал исчезает, реле KVI.1 обесточивается и размыкает контакт KVI.2, вентиль отключается, подача газа к горелкам прекращается.

Выбор режима работы осуществляется с помощью переключателя SAI типа ПМОФ. Работа других контуров аналогична.

## 2. Контроль и регистрация технологических параметров.

Система обеспечивает дистанционный контроль и регистрацию температуры в печи на диаграммной ленте с помощью двенадцатиточечного устройства измерения и регистрации Р14 типа А 682-002. в зонах обжига и охлаждения датчиками температуры являются термоэлектрические преобразователи типа ТПП-0679.

Система обеспечивает контроль температуры в характерных точках зоны подогрева, обжига и охлаждения. Контроль осуществляется автоматическими показывающими милливольтметрами Р15, Р16 типа Ш 4540.

Датчиками температуры являются термоэлектрические преобразователи типа ТХА-0806.

Контроль аэродинамического режима печи ведется тягонапоромером Р9 типа ТНМП-52.

## 3. Технологическая сигнализация.

Предусмотрено отключение газа с одновременной звуковой и световой сигнализацией при отклонении от нормы следующих параметров:

разрежение перед дымососом;

давление газа в газопроводе;

давление газа в контурах регулирования.

Датчиками давления и разрежения являются приборы типа ДН и ДТ (позиции Р21-Р28). При аварийной ситуации прекратится подача напряжения питания на электромагнит МИС (VA1), освободится ударный механизм предохранительного клапана, произойдет прекращение подачи природного газа на горение, и одновременно срабатывает звуковая сигнализация МЗ-1 (НАИ).

Схемы сигнализации имеют следующие органы управления:

Съем звуковой сигнализации – кнопка SB6

Проверка исправности ламп - кнопка SB5

Принудительное отключение газа – переключатель SA10.

## II. Расчетная часть

### Расчет и конструирование многопустотной панели

**Задание для проектирования.** Требуется рассчитать и сконструировать многопустотную панель с круглыми пустотами, имеющая номинальную длину 6,3 м, ширину 1,2 м, высоту 22 см, и многопролетный сборный ригель сверху. Действующие на перекрытие нагрузки указаны в табл. 1.

**Решение. Определение нагрузок и усилий.** На 1 м длины панели шириной 120 см действуют следующие нагрузки, Н/м: кратковременная нормативная  $p^n = 2800 \cdot 1,2 = 3360$ , кратковременная расчетная  $p = 3640 \cdot 1,2 = 4380$ ; постоянная и длительная нормативная  $q^n = 5450 \cdot 1,2 = 6540$ ; постоянная и длительная расчетная  $q = 6370 \cdot 1,2 = 7650$ ; итого нормативная  $q^n + p^n = 6540 + 3360 = 9900$ ; итого расчетная  $q + p = 7650 + 4380 = 12030$ .

Расчетный изгибающий момент от полной нагрузки

$$M = ql_0^2 \gamma_n / 8 = 12030 \cdot 6,15^2 \cdot 0,95 / 8 = 54032 \text{ Нм}$$

где  $l_0 = 6,3 - 0,2/2 - 0,1/2 = 6,15 \text{ м}$ ;

расчетный изгибающий момент от полной нормативной нагрузки (для расчета прогибов и трещиностойкости) при  $\gamma_f = 1$

$$M^n = q^n l_0^2 \gamma_n / 8 = 9900 \cdot 6,15^2 \cdot 0,95 / 8 = 44465 \text{ Нм}$$

то же, от нормативной постоянной и длительной временной нагрузки

$$M_{ld} = 6540 \cdot 6,15^2 \cdot 0,95 / 8 = 29374 \text{ Нм};$$

то же, от нормативной кратковременной нагрузки

$$M_{cd} = 3360 \cdot 6,15^2 \cdot 0,95 / 8 = 15091 \text{ Нм}.$$

Максимальная поперечная сила на опоре от расчетной нагрузки

$$Q = ql_0 \gamma_n / 2 = 12030 \cdot 6,15 \cdot 0,95 / 2 = 35143 \text{ Н};$$

то же, от нормативной нагрузки

$$Q^n = 9900 \cdot 6,15 \cdot 0,95 / 2 = 28920 \text{ Н};$$

$$Q_{ld} = 6540 \cdot 6,15 \cdot 0,95 / 2 = 19105 \text{ Н}.$$

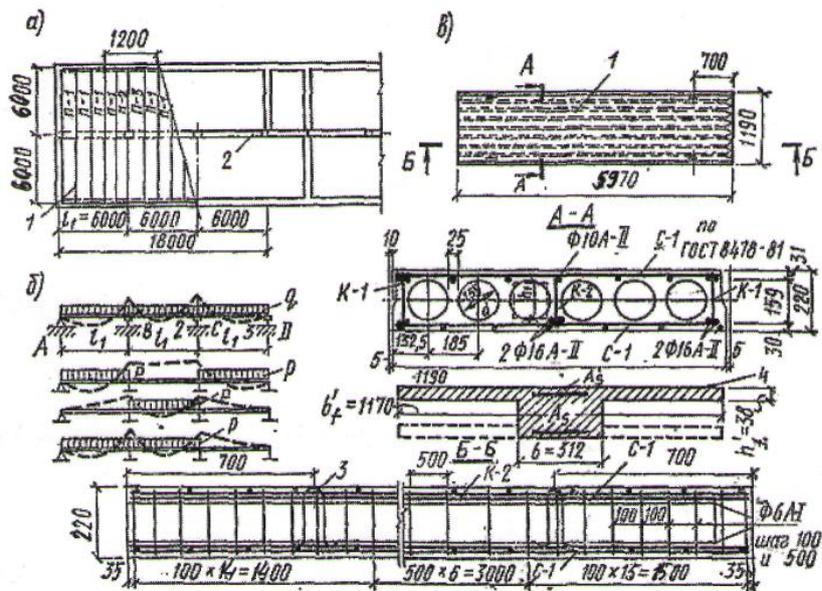


Рис. 1. К расчету сборных элементов перекрытия  
 а – план перекрытия; б – расчетная схема ригеля; в – панель с круглыми пустотами; 1 – панель П-1; 2 – ригель; 3 – монтажная петля; 4 – приведенное сечение панели П-1

Таблица 1. Нагрузки на сборное междуэтажное перекрытие

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, Н/м <sup>2</sup>
Постоянная:			
от паркетного пола, $t = 0,02$ м, $\rho = 800$ кг/м <sup>3</sup>	160	1,1	176
от шлакобетонного слоя, $t = 0,065$ м, $\rho = 1600$	1040	1,2	1249
от пенобетонной звукоизоляционной плиты, $t = 0,06$ м, $\rho = 500$	300	1,2	360
от железобетонной панели (по каталогу) приведенной толщиной 110 мм, $t = 0,11$ $\rho = 2500$	2750	1,1	3025
Итого	$g^n = 4250$	-	$g = 4810$
Временная:			
кратковременная	2800	1,3	3640
длительная	1200	1,3	1560
Итого	$p^n = 4000$	-	$p = 5200$
Полная нагрузка:			
постоянная и длительная	5450	-	6370
кратковременная	2800	-	3640
Итого	$g^n + p^n = 8250$	-	$g + p = 10010$

**Подбор сечений.** Для изготовления сборной панели принимаем: бетон класса В30,  $E_b = 32,5 \cdot 10^4$  МПа,  $R_b = 17$  МПа,  $R_{bt} = 1,2$  МПа,  $\gamma_{b2} = 0,9$ ; продольную арматуру – из стали класса А-II,  $R_s = 280$  МПа, поперечную арматуру – из стали класса А-I,  $R_s = 225$  МПа и  $R_{sv} = 175$  МПа; армирование – сварными сетками и каркасами; сварные сетки в верхней и нижней полках панели – из проволоки класса Вр-I,  $R_s = 360$  МПа при  $d = 5$  мм и  $R_s = 365$  МПа при  $d = 4$  мм.

Панель рассчитываем как балку прямоугольного сечения с заданными размерами  $b \times h = 120 \times 22$  см (где  $b$ -номинальная ширина;  $h$ -высота панели). Проектируем панель шестипустотной. В расчете поперечное сечение пустотной панели приводим к эквивалентному двутаврового сечению. Заменяем площадь круглых пустот прямоугольниками той же площади и того же момента инерции. Вычисляем:

$$h_1 = 0,9d = 0,9 \cdot 15,9 = 14,3 \text{ см}$$

$$h_f = h_f' = (h - h_1) / 2 = (22 - 14,3) / 2 = 3,85 \text{ см} \approx 3,8 \text{ см}$$

приведенная толщина ребер  $b = 117 - 6 \cdot 14,3 = 31,2$  см (расчетная ширина сжатой полки  $b_f' = 117$  см).

**Расчет по прочности нормальных сечений.** Предварительно проверяем высоту сечения панели перекрытия из условия обеспечения прочности при соблюдении необходимой жесткости по формуле:

$$h = \frac{cl_0 R_s}{E_s} \frac{\theta g^n + p^n}{q^n} = \frac{18 \cdot 585 \cdot 280}{2,1 \cdot 10^5} \frac{2 \cdot 5450 + 2800}{8250} = 21,3 \approx 22 \text{ см}$$

где  $c$  - коэффициент, равный 18-20 для пустотных панелей и 30-34 для ребристых панелей с полкой в сжатой зоне;  $\theta$  - коэфф. увеличения прогибов при длительном действии нагрузки (для пустотелых панелей  $\theta = 2$ ; для ребристых панелей с полкой в сжатой зоне  $\theta = 1,5$ );  $g^n$  - длительно действующая нормативная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  перекрытия;  $p^n$  - кратковременная нормативная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  перекрытия;  $q^n = g^n + p^n$  - суммарная нормативная нагрузка на панель с учетом собственного веса,  $\text{Н/м}^2$  (или  $\text{Н/м}$ )  $q^n = g^n + p^n = 5450 + 2800 = 8250 \text{ Н/м}^2$ .

Принятая высота сечения  $h = 22$  см достаточна. Отношение  $h_f' / h = 3,8 / 22 = 0,173 > 0,1$ ; в расчет вводим всю ширину полки  $b_f' = 117$  см.

Вычисляем по формуле  $M = A_0 b h_0^2 R_b$ :

$$A_0 = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b_f h_0^2} = \frac{5403200}{17 \cdot 0,9 \cdot 117 \cdot 19^2 (100)} = 0,084$$

где  $h_0 = h - a = 22 - 3 = 19$  см.

По табл. 1 находим  $\xi = 0,09$ ,  $\eta = 0,955$ . Высота сжатой зоны  $x = \xi h_0 = 0,09 \cdot 19 = 1,71 \text{ см} < h_f' = 3,8 \text{ см}$  – нейтральная ось проходит в пределах сжатой полки.

Площадь сечения продольной арматуры

$$A_s = \frac{M}{\eta h_0 R_s} = \frac{5403200}{0,955 \cdot 19 \cdot 355 (100)} = 8,4 \text{ см}^2$$

предварительно принимаем 4Ø16А-III,  $A_s = 8,08 \text{ см}^2$  и 2Ø14А-III,  $A_s = 3,078 \text{ см}^2$ , а также учитываем сетку С-1  $\frac{5B_p - I - 250}{4B_p - I - 250} 1170 \cdot 6250 \frac{25}{20}$ ,  $A_s = 6 \cdot 0,116 = 1,18 \text{ см}^2$ ;  $\sum A_s = 1,18 + 12,06 = 13,24 \text{ см}^2$ ; стержни диаметром 16 мм распределяем по два в крайних ребрах и два в одном среднем ребре.

**Расчет по прочности наклонных сечений.** Проверяем условие необходимости постановки поперечной арматуры для многопустотных панелей,  $Q_{\max} = 35,5 \text{ кН}$ .

Вычисляем проекцию с наклонного сечения по формуле

$$c = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 / Q_b = B_b / Q_b$$

где  $\varphi_{b2} = 2$  - для тяжелого бетона;  $\varphi_f$  - коэффициент, учитывающий влияние свесов сжатых полок; в многопустотной плите при семи ребрах

$$\varphi_f = 7 \cdot 0,75 \frac{(3h_f') \cdot h_f'}{b h_0} = 7 \cdot 0,75 \frac{3 \cdot 3,8 \cdot 3,8}{31,2 \cdot 19} = 0,385 < 0,5$$

$\varphi_n = 0$ , ввиду отсутствия усилий обжатия значение

$$B_b = \varphi_{b2} \times (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \gamma_{b2} h_0^2 = 2(1 + 0,385) 1,2 \cdot 0,9 \cdot 31,2 \cdot 19^2 (100) = 33,7 \times 10^5 \text{ Нсм.}$$

В расчетном наклонном сечении  $Q_b = Q_{sw} = Q/2$ , следовательно,  $c = B_b / (0,5Q) = 33,7 \cdot 10^5 / (0,5 \cdot 35143) = 191 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 19 = 38 \text{ см}$ . Принимаем  $c = 38 \text{ см}$ , тогда  $Q_b = B_b / c = 33,7 \cdot 10^5 / 38 = 0,89 \cdot 10^5 \text{ Н} = 89 \text{ кН} > Q = 35,1 \text{ кН}$ . Следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется.

Поперечную арматуру предусматриваем из конструктивных условий, располагая ее с шагом

$$s = h/2 = 22/2 = 11 \text{ см}, \text{ а также } s \leq 15 \text{ см}$$

Назначаем поперечные стержни диаметром 6 мм класса А-I через 10 см у опор на участках длиной 1/4 пролета. В средней 1/2 части панели для связи продольных стержней каркаса по конструктивным соображениям ставим поперечные стержни через 0,5 м. Если в нижнюю сетку С-1 включить рабочие продольные стержни, то приопорные каркасы можно оборвать в 1/4 пролета панели.

### **III. Экономическая оценка проектных решений**

#### **Экономическая оценка проектных решений**

Общепризнанным экологически чистым, долговечным и прочным строительным материалом считается керамический кирпич. Керамический кирпич изготавливается из глины, в шихту добавляются шамот и опилки. Все компоненты шихты проходят предварительную обработку, далее готовится формовочная масса, из которой формируется кирпич-сырец. Затем его высушивают в туннельной сушилке и обжигают в туннельной печи. В данном регионе, выбранном для строительства предприятия, находятся 50 месторождений глин. Из них разрабатываются 10 кирпичных месторождений, что позволяет удешевить сырье для производства кирпича. Также есть месторождения газа, который используется в качестве топлива на предприятии.

Один из минусов кирпичного производства то, что оно требует больших инвестиций, и долгое время остается нерентабельным. Однако, жилье из красного кирпича пользуется большим спросом. Краснокирпичные дома теплее, долговечнее, звукоизоляция лучше. Несмотря на многообразие стеновых материалов, применяемых в современном строительстве, доля использования керамического кирпича в отрасли продолжает оставаться высокой. Результаты исследования строительного рынка округа подтверждают увеличение объемов кирпичного строительства.

Для того, чтобы успешно работать, нужно учитывать потребности и возможности покупателей. Поэтому перспективы кирпичного производства Янгиюльской области надо связывать в первую очередь с получением широкого ассортимента кирпича, конкурентоспособного по всем статьям.

Отличительной особенностью кирпича, который будет производиться, является его экологическая чистота, которая объясняется качествами применяемого в производстве сырья. В отличие от продукции других предприятий используемая глина Янгиюльского месторождения не содержит примесей металлов и горных пород, имеющих иногда вредный радиационный фон.

Таблица 1

**Расчет стоимости оборудования, инструмента и инвентаря и  
амортизационных отчислений**

Наименование оборудования	Тип, марка	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс. сум.		Амортизационные отчисления	
			Ед.	общая	Норма, %	Сумма, тыс. сум.
Экскаватор	ЭМ-182	4	1500	6000	15	900
Автомашина	КАМАЗ	8	500	4000		600
Глинорыхлитель	СМК-496	1	500	500		75
Ящичный питатель	СМК-214	2	370	740		111
Ленточный питатель	ПЛ-20	4	240	960		144
Сито-бурат	СМ-236М	2	400	800		120
Щековая дробилка	СМ-166А	1	500	500		75
Молотковая дробилка	СМ-431	1	700	700		105
Камневыделительные вальцы	СМ-1198Б	1	210	210		32
Бегуны мокрого помола	СМ-365	1	1000	1000		150
Вальцы с гладкими валками	СМК-83А	2	220	440		66
Глиносмеситель с фильтрующей решеткой	СМК-125А	1	120	120		18
Ленточный вакуумный пресс	СМК-133	1	900	900		135
Автомат резки-укладки	СМК-127А	1	90	90		14
Электропередаточная тележка	«Гипростром»	2	200	400		60
Туннельное сушило	«Гипростром»	1	1250	1250		188
Сушильная вагонетка	СМК-110А	23	30	690		104
Автомат-садчик	СМ-1092	1	50	50		8
Туннельная печь	«Гипростром»	1	50000	50000		7500
Печная вагонетка	3*3	40	80	3200		480
Итого:				72550		10885
Неучтенное оборудование (10% от оборудования)				7255	15	1088,5
Инструмент, инвентарь (1% от оборудования)				725,5	15	108,85
Итого:				80530,5		12082,35

*Расчет текущих производственных издержек.*

Расчет текущих производственных издержек основан на определении себестоимости продукции, производство и реализация которой предполагается программой осуществления инвестиционного проекта. Себестоимость продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе ее производства и реализации материальных и трудовых ресурсов. Затраты, образующие себестоимость продукции,

группируются в соответствии с их экономическим содержанием по элементам:

- 1) материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
- 2) затраты на оплату труда;
- 3) отчисления на социальные нужды;
- 4) амортизация;
- 5) прочие затраты.

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретаемых со стороны сырья, основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов, запасных частей для ремонта оборудования и транспортных средств, материалов для ремонта зданий, топлива и энергии всех видов для технологических и других производственных и хозяйственных нужд.

*Затраты на материалы и энергоносители.*

Исходные данные и результаты расчетов сведены в таблицу 8.2 и таблицу 8.3.

Таблица 8.2

Расчет затрат на сырье и материалы.

Наименование материала	Единица измерения	Годовая потребность в сырье и материалах	Цена за единицу измерения, тыс. сум.	Затраты на годовой объем производства, тыс. сум.
Глина	т	120751,62	30000	6038
Опилки	т	4610,99	10	46
Шамот (брак обжига)	т	15519,99	20	310,4
Итого:				6394,4

Таблица 8.3

Расчет затрат на энергию.

Наименование энергоносителя	Единица измерения	Годовой расход энергоносителя	Стоимость единицы измерения, сум.	Затраты на годовой объем производства, тыс. руб.
Топливо (природный газ)	м <sup>3</sup>	15724649,56	0,36	5660,874
Электроэнергия	кВт·ч	7650	0,66	5,049
Итого:				5665,923

Затраты на оплату труда.

Режим работы предприятия в 3 смены. Календарный фонд времени 365 дней, нерабочих дней 91. Номинальный фонд рабочего времени  $T_{ном}$  составляет 274 дня, эффективный фонд рабочего времени  $T_{эф}$  - 240 дней. Коэффициент пересчета штатной численности рабочих в списочную 1,14.

Затраты (годовой фонд) на оплату труда рассчитываются по формуле:

$$ФОТ_i = 3 \cdot З_{пл\text{СР.М}} \cdot Ч_i \cdot 12,$$

Где  $ФОТ_i$  – годовой фонд оплаты труда  $i$ -той категории работников, ден. ед.;

$З_{пл\text{СР.М}}$  – среднемесячная заработная плата одного среднесписочного работника, ден. ед.;

$Ч_i$  – списочная численность  $i$ -той категории работников, чел.

Численность работников рассчитывается по категориям и группам работников, по цехам и предприятию в целом на основе принятой в проекте технологической схемы производства и режима работы.

Сначала определяем по нормам обслуживания и нормам выработки явное число основных рабочих по цехам и профессиям.

Явное число основных рабочих по нормам обслуживания определяется по формуле:

$$Ч_{\text{яв}} = \frac{N}{H_{\text{обсл}}} \cdot n_{\text{см}},$$

где  $Ч_{\text{яв}}$  – явное число основных рабочих в сутки, чел.;

$N$  – количество единиц оборудования данного вида, шт.;

$H_{\text{обсл}}$  – норма обслуживания (количество единиц оборудования или рабочих мест, которое должно обслуживаться одним рабочим), маш./чел.;

$n_{\text{см}}$  – количество смен в сутки.

Далее рассчитывается штатная численность. При непрерывном производстве:

$$Ч_{\text{шт}} = Ч_{\text{яв}} \cdot (n_{\text{см}} + 1),$$

Где  $Ч_{\text{шт}}$  – штатная численность основных рабочих в сутки, чел.;

$Ч_{\text{яв}}$  – явное число основных рабочих в сутки, чел.;

$n_{\text{см}}$  – количество смен в сутки.

Списочная численность рабочих определяется по формуле:

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{шт}} \cdot K_{\text{п}}$$

$Ч_{\text{сп}}$  – списочная численность рабочих, чел.;

$Ч_{\text{шт}}$  – штатная численность рабочих, чел.;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент пересчета штатной численности в списочную.

$$K_{\text{п}} = T_{\text{ном}} / T_{\text{эф}},$$

где  $T_{\text{ном}}$ ,  $T_{\text{эф}}$  – номинальный и эффективный фонды рабочего времени, дн.

Штатная численность вспомогательных рабочих рассчитывается по нормативам численности:

Подсобных рабочих – 40%, рабочих по ремонту и обслуживанию оборудования – 25% от штатной численности основных рабочих.

Численность руководителей, специалистов и технических исполнителей устанавливается на основе рациональной схемы управления производством

Штатную численность административно-управленческого персонала принимаем в размере 10% от штатной численности производственных рабочих.

Для руководителей, специалистов, технических исполнителей и административно-управленческого персонала списочная численность равна штатной.

Результаты расчета численности работников всех категорий сведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4

## Расчет численности работников

Наименование категории и профессии	Явочная численность в смену, чел.	Кол-во смен в сутки	Явочная численность в сутки, чел.	Штатная численность в сутки, чел.	Списочная численность, чел.
1.Производственные рабочие					
Основные рабочие					
Экскаваторщик	4	1	4	4	
Водитель	8	1	8	8	
Разбивщик сырья	1	3	3	12	
Дозатор массы	4	3	12	48	
Просеиватель	2	3	6	24	
Дробильщик	2	3	6	24	
Приготовитель масс	1	3	3	12	
Формовщик	1	3	3	12	
Оператор на автомате-укладчике	1	3	3	12	
Подаватель рамок	1	3	3	12	
Браковщица	1	3	3	12	
Подкатчик вагонеток	1	3	3	12	
Водитель электропередаточной тележки	2	3	6	24	
Сушильщик	1	3	3	12	
Обжигальщик	1	3	3	12	
Укладчик кирпича	1	3	1	4	
Итого основных рабочих	32	44	70	244	279
1.2 Вспомогательные рабочие					
Подсобные рабочие				98	111,72
Рабочие по ремонту и обслуживанию оборудования				61	69,54
Итого вспомогательных рабочих				159	181,26
Итого производственных рабочих				403	362,52
2. Руководители, специалисты, технические исполнители				14	14
3. Административно-управленческий персонал				41	41
Всего работников				458	417,52

По данным таблицы 8.4 годовые затраты на оплату труда работников составят 35072 тыс. сум., а единый социальный налог – 12486 тыс. сум.

Эксплуатационные затраты составят:

Материальные затраты – 12060,323 тыс. сум.

Заработная плата – 35072 тыс. сум.

Единый социальный налог – 12486 тыс. сум.

Амортизация зданий – 2835 тыс. сум.

Амортизация оборудования – 12082,35 тыс. сум.

Прочие затраты – 11180,351 тыс. сум.

#### **IV. 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. Мероприятия по охране труда обеспечиваются проектно-сметно-конструкторской и другой технической документацией.

Технологический процесс производства керамического кирпича должен соответствовать требованиям безопасности по УзРСТ 12.3.002-75\*ССБТ «Процессы производственные, общие требования безопасности». Организация и проведение технологического процесса предусматривает меры безопасности и безвредности для работающего персонала, близ расположенных жилых массивов и окружающей среды. Производственный процесс должен быть взрыво- и пожаробезопасным.

#### ***Анализ степени опасности технологического процесса при производстве керамического кирпича***

При производстве керамического кирпича в цехе формовки, сушки, обжига присутствуют вредные и опасные факторы, характеристика которых приведена в таблице 1.

## Оценка степени опасности технологического процесса

Наименование цеха	Наименование оборудования, тип, марка	Количество оборудования, шт.	Производительность, шт/час	Технологические параметры (t, P и др.)	Перечень токсичных, взрывопожароопасных веществ	Количество людей обслуживающих оборудование	Вредные и опасные факторы
Цех формовки, сушки, обжига	Ленточный вакуумный пресс СМК-133	1	7000	Удельное давление прессования 1,6 МПа	Отсутствуют	1	Шум, электрический ток, напряжение, движущиеся части оборудования
	Туннельная сушилка конструкции Гипрострома	1	5228	$t_{НАЧ}=30-35^{\circ}\text{C}$ $t_{КОН}=90-100^{\circ}\text{C}$	CO, NO <sub>2</sub> , пыль	3	Шум, повышенная температура воздуха рабочей зоны, электрический ток, движущиеся части оборудования, внутри заводской транспорт, нагретые стенки технологического оборудования, взрывопожароопасные вещества
	Туннельная печь конструкции Гипрострома	1	4280	$t_{ОБЖ}=1000^{\circ}\text{C}$	CO, NO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	5	

Повышение уровня шума оказывает вредное воздействие на организм человека. Производственные процессы на предприятии в разрабатываемом проекте сопровождаются шумом, не превышающим установленные нормы. Контроль шумового воздействия на производстве осуществляется в соответствии с УзРСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» и СН 3223-85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах».

Производственное оборудование цеха должно соответствовать требованиям УзРСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Производственное оборудование должно соответствовать требованиям безопасности в течение всего срока службы. Движущиеся (вращающиеся) части производственного оборудования, являющиеся источниками опасности должны быть ограждены сетчатыми или сплошными металлическими ограждениями в соответствии

УзРСТ 12.2.062-81. Эксплуатация оборудования при снятых или неправильно установленных ограждениях запрещается УзРСТ 12.2.061-81. При применении сетчатого ограждения должны соблюдаться указанные в приложении 21 расстояния от опасного места до ограждения (Правила ТБ и ПС в ПСМ, часть I).

По электробезопасности цех в соответствии с требованием ПУЭ относиться к категории с повышенной опасностью (2 класс).

Для защиты людей от поражения электрическим током производственное оборудование должно удовлетворять следующим требованиям:

1) токоведущие части производственного оборудования являющиеся источником опасности должны быть надежно изолированы или расположены в недоступных для людей местах;

2) металлические части производственного оборудования, которые вследствие повреждения изоляции токоведущих частей могут оказаться под напряжением опасной величины, должны быть заземлены (занулены) согласно Правил ТБ и ПС в ПСМ, часть I.

Размещение производственного оборудования в производственных помещениях не должно представлять опасности для персонала и должно соответствовать действующим нормам технического проектирования СНиП и правилам ТБ и ПС в ПСМ, УзРСТ 12.2.061-81.

### *Микроклиматические условия*

В проекте цеха производственный процесс на участках сушки и обжига оказывает негативное воздействие на качество воздуха за счет поступления теплоизбытков.

Таблица 2

Характеристика процессов и оборудования, влияющих на микроклиматические параметры

Наименование цеха	Наименование оборудования	Количество оборудования, шт.	Теплоизбытки, кДж/ч	Характеристика помещения по теплоизбыткам, кДж/м <sup>3</sup> ч	Избытки влаги, кг/ч
Цех формования, сушки, обжига	Туннельная сушилка конструкции Гипростром	1	1388306,31	31,02	Отсутствуют
	Туннельная печь конструкции Гипростром	1	1789453,81	51,78	Отсутствуют

Общее количество удельных избытков явного тепла составляет 82,8 кДж/м<sup>3</sup>ч, что меньше показателя, при котором устанавливается аэрационный фонарь.

Контроль температуры воздуха в цеху осуществляется согласно УзРСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны», который устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от характера производственных помещений, времени года и категории выполняемой работы. Категория работ в цехе формования, сушки, обжига Па (средней тяжести).

Таблица 3

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений для холодного и переходного периодов года для работ средней тяжести

Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с, не более	
оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
18-20	17-23	60-40	75	0,2	0,3

Для обеспечения нормальных метеорологических условий на участке формования, сушки и обжига предусмотрена теплоизоляция стенок оборудования и установка вентиляционной системы.

### ***Выбор и расчет системы вентиляции***

Уровни опасных и вредных производственных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах не должны превышать величин, определяемых нормами, указанных в УзРСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны».

Для выбора системы вентиляции рассчитываем объем удаляемого воздуха и определяем кратность воздухообмена.

1) Объем удаляемого воздуха:

$$L_{уд}^{OB} = \frac{Q}{c \cdot \rho_{CP} \cdot (t_1 - t_2)},$$

где Q – избытки явного тепла, кДж/ч;

c – теплоемкость воздуха, кДж/кг·град;

$\rho_{CP}$  – плотность воздуха при средней температуре, кг/м<sup>3</sup>,

t<sub>1</sub> и t<sub>2</sub> – температура соответственно удаляемого и приточного воздуха, °С;

2) Плотность воздуха:

$$\rho_{CP} = \rho_0 \cdot (273 / (273 + t_{CP})),$$

где  $\rho_0 = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>;

$$\rho_{CP} = 1,29 \cdot (273 / (273 + 34,6)) = 1,145 \text{ кг/м}^3$$

Средняя температура:

$$t_{CP} = (t_{PЗ} + t_1) / 2 = (25 + 44,2) / 2 = 34,6^\circ\text{C}$$

$$t_1 = t_{p3} + \Delta t \cdot (H-2) = 25 + 3 \cdot (8,4-2) = 44,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

где  $t_{p3}$  – температура рабочей зоны;

$\Delta t$  – перепад температур по высоте помещения (2-5  $^\circ\text{C}/\text{м}$ );

$t_2$  – среднемесячная температура для наиболее теплого периода года (21,2  $^\circ\text{C}$ );

$H$  – высота помещения, м;

$$L_{уд}^{OB} = \frac{3177760,12}{2,24 \cdot 1,145 \cdot (44,2 - 21,2)} = 53869,47 \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

Определяем кратность воздухообмена:

$$K = \frac{L_{уд}^{OB}}{0,8 \cdot V_{пом}} = \frac{53869,47}{0,8 \cdot 66528} = 1,01$$

Поскольку кратность воздухообмена в цехе больше единицы, то для поддержания нормальных метеорологических условий в цехе необходимо установить общеобменную приточно-вытяжную систему вентиляции.

Таблица 4  
Характеристика вытяжной вентиляционной системы

Наименование участка, помещения	Предлагаемая система вентиляции	Требуемый объем воздуха, тыс.м <sup>3</sup> /ч	Характеристика вентилятора				Дополнительное оборудование	Место размещения	Площадь, м <sup>2</sup>
			марка	Тип исполнения	Производительность, тыс.м <sup>3</sup> /ч	Количество			
Цех формования, сушки, обжига	Общеобменная система вентиляции	53,87	ЦВ-8	Центробежный вентилятор среднего давления	18	3			

Таблица 5  
Характеристика приточной вентиляционной системы

Наименование участка, помещения	Предлагаемая система вентиляции	Баланс воздуха	Характеристика вентилятора			Дополнительное оборудование	Место размещения	Площадь, м <sup>2</sup>
			марка	Производительность, тыс.м <sup>3</sup> /ч	Количество			
Цех формования, сушки, обжига	Общеобменная система вентиляции	53,87	ЦВ-8	16	3			

## ***Оценка взрывопожарной и пожарной опасности. Пожарная профилактика***

В качестве топлива при работе сушила и печи для обжига кирпича используется природный газ, который считается пожаровзрывоопасным веществом (главной составляющей частью природного газа является метан  $\text{CH}_4$ ). Продукты горения природного газа (дымовые газы  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$ ) вредные вещества. Метан - газ без цвета и запаха, почти в два раза легче воздуха, является горючим и взрывоопасным, коэффициент участия во взрыве 0,5. Теплота образования – 74,8 кДж/моль, теплота сгорания – 802 кДж/моль, температура самовоспламенения – 537°С.  $\text{CO}$  (оксид углерода (II)) – ядовитый газ без цвета и запаха, горючий легко воспламеняющийся, горит голубоватым пламенем, легче воздуха, температура кипения 81,63 К, температура плавления 68,03 К, плохо растворим в воде (2,3 объема  $\text{CO}$  на 100 объемов  $\text{H}_2\text{O}$  при 293 К). Теплота образования – 110,5 кДж/моль, теплота сгорания – 283 кДж/моль, температура самовоспламенения – 605°С.  $\text{NO}_2$  – оксид азота (IV) – бурый трудногорючий газ, получивший в промышленности название «лисий хвост», неспособный к горению на воздухе, но способный возгораться в воздухе от источника зажигания, оказывает вредное воздействие на организм человека.

Помещение цеха соответствует требованиям действующих отраслевых норм и правил (СниП) и относится по пожарной безопасности к категории «Г». Пожаро- и взрывобезопасность технологических процессов осуществляется в соответствии с УзРСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность. Общие требования» и УзРСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

## Использованная литература

1. Каримов И.А. Узбекистан по пути углубления экономических реформ. Узбекистан. 1995.
2. Каримов И.А. Узбекистан, устремленный в XXI век., Т. Узбекистан. 1998.
3. Каримов И.А. Ну пути к справедливому обществу. Т., Узбекистан, 1998.
4. Госин Н.Я., Соболев М.А. Производство керамического кирпича. М. Стройиздат, 1992.
5. Кашкаев И.С., Шейман Е.Ш. Производство керамического кирпича. М. Высшая школа. 1990.
6. Канаев В.К. Новая технология строительной керамики. М. Стройиздат. 1990.
7. Бахталовский И.В., Барыбин В.П., Гаврилов Н.С. Механическое оборудование керамических заводов. М. Машиностроение, 1982.
8. Августиник А.И. Керамика. Стройиздат, 1993.
9. Михайлов К.В. Энциклопедия «Стройиндустрия и промышленность строительных материалов». М. Стройиздат. 1996.
10. Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве. М. Высшая школа. 1990.
11. Филиппов Б.И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин. Высшая школа. 2000.
12. УзРСТ 6187-2001. Плитки керамические для полов. Технические условия.
13. КМК 2.02.02-96. Основания зданий и сооружений.
14. КМК 1.03.04-97. Инструктаж по типовому проектированию.