

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии строительных материалов и изделий

В.И.Турчанинов

# ТЕХНОЛОГИЯ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания к курсовому проектированию

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским  
советом Государственного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург  
ИПК ГОУ ОГУ  
2010

УДК 691.31+691.42(075.8)  
ББК 35.41 я 73  
Т 89

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Л.В. Солдатенко

**Турчанинов, В.И.**

Т 89      Технология стеновых материалов : методические указания к курсовому проектированию / В. И. Турчанинов; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург : ОГУ, 2010. – 67 с.

В методических указаниях рассмотрены вопросы проектирования предприятий по производству керамических и силикатных стеновых материалов.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине " Технология стеновых материалов " для студентов направления 270000 «Строительство», специальность 270106 - Производство строительных материалов, изделий и конструкций всех форм обучения.

УДК 691.31+691.42(075.8)  
ББК 35.41 я 73

© Турчанинов В.И., 2010  
© ГОУ ОГУ, 2010

## Содержание

Введение.....	5
1 Общие указания.....	6
1.1 Задание на курсовое проектирование.....	6
1.2 Состав и объём курсового проекта.....	7
1.2.1 Расчетно-пояснительная записка .....	7
1.2.2 Графическая часть .....	8
1.3 Порядок выполнения курсового проекта.....	8
2 Предприятия по производству керамического кирпича.....	10
2.1 Введение.....	10
2.2 Технологическая часть.....	10
2.2.1 Номенклатура продукции.....	10
2.2.2 Сырьё.....	10
2.2.3 Выбор и обоснование способа и технологической схемы производства.....	11
2.2.4 Режим работы и фонд рабочего времени.....	12
2.2.5 Расчёт производственной программы.....	15
2.2.6 Расчёт и подбор оборудования.....	19
2.2.6.1 Расчет туннельной сушилки .....	20
2.2.6.2 Расчет туннельной печи .....	21
2.2.7 Расчёт складов и бункеров .....	23
2.2.8 Расчет потребности в электроэнергии .....	26
2.2.9 Расчет потребности в рабочей силе .....	26
3 Предприятия по производству силикатного кирпича .....	28
3.1 Введение.....	28
3.2 Технологическая часть.....	28
3.2.1 Номенклатура продукции.....	28
3.2.2 Сырьё.....	29
3.2.3 Выбор и обоснование способа и технологической схемы	

производства.....	30
3.2.4 Режим работы и фонд рабочего времени.....	30
3.2.5 Расчёт производственной программы.....	31
3.2.6 Расчет и подбор оборудования .....	36
3.2.7 Расчет складов и бункеров .....	39
3.2.8 Расчет потребности в электроэнергии .....	40
3.2.9 Расчет потребности в рабочей силе .....	40
4 Контроль качества продукции и технологического процесса .....	42
5 Охрана труда и окружающей среды .....	43
Список использованных источников .....	44
Приложение А Технологическая схема производства керамического кирпича способом полусухого прессования .....	47
Приложение Б Расчет производственной программы завода по производству керамического кирпича производительностью А млн. шт. усл. кирпича в год .....	48
Приложение В Теплотехническое оборудование заводов по производству керамических стеновых материалов .....	51
Приложение Г Примерная явочная численность рабочих основного производства завода по производству керамического кирпича .....	53
Приложение Д Технологическая схема производства силикатного кирпича.....	56
Приложение Е Пример расчета производственной программы завода по производству силикатного кирпича .....	57
Приложение Ж Технические характеристики прессового оборудования ...	62
Приложение И Режимы работы автоклавов при запаривании различных видов силикатных изделий под разным давлением .....	64
Приложение К Удельный расход пара .....	65
Приложение Л Примерная численность рабочих основных профессий завода силикатного кирпича .....	66

## Введение

Курсовое проектирование предусматривает закрепление студентами знаний, полученных при изучении теоретического курса, развитие навыков решения конкретных практических задач, характерных для будущей инженерной деятельности.

Темами курсовых проектов могут быть строительство либо реконструкция заводов по производству керамического либо силикатного кирпича и камней – основных видов стеновых материалов. Также в качестве темы для проектирования могут быть предложены проекты заводов по изготовлению других видов стеновых материалов: бетонных и грунтобетонных стеновых камней, блоков из ячеистого бетона и т.п.

Разрабатываемая технология может базироваться как на прогрессивных разработках научно-исследовательских и проектных организаций, так и на результатах собственных исследований. Представленные методические указания ориентируются на проектирование предприятий по производству керамического или силикатного кирпича, являющихся наиболее востребованными видами стеновых материалов.

При проектировании следует уделять внимание решению вопросов, связанных с реконструкцией и техническим перевооружением производства, в том числе для реальных нужд предприятий. Необходимо отдавать предпочтение разработке безотходных, малоэнергоёмких технологий, предусматривающих утилизацию промышленных отходов.

Принимаемые технические решения должны обосновываться студентом, как автором проекта, с точки зрения экономической и технологической целесообразности.

# 1 Общие указания

## 1.1 Задание на курсовое проектирование

Темой курсового проекта могут являться: разработка технологии завода, мини-завода, отдельного цеха предприятия или установки по производству стеновых материалов - керамических, силикатных, бетонных (из тяжелого, легкого или ячеистого бетона), грунтобетонных, асбестоцементных, гипсобетонных, на основе органического сырья (фибrolит, арболит). Учитывая наибольшее применение в строительстве керамического и силикатного кирпича, а также сложность технологии их изготовления, в методических указаниях излагаются вопросы проектирования заводов по производству керамического и силикатного кирпича.

В задании указывается вид выпускаемой продукции, производительность предприятия, способ производства (при необходимости), вид и характеристика сырья. Указывается также технологический передел, подлежащий углубленной проработке.

В отдельных случаях вместо курсового проекта студентом может быть представлен отчет о выполненной им научно-исследовательской работе или реферат по теме, предложенной руководителем.

Реферат должен содержать:

- обобщение сведений по теме из литературы и других источников (отчеты НИР, авторефераты, патентная информация и т.п.);
- изложение теоретических основ технологии, способы ее практической реализации;
- технико-экономическую оценку изучаемого вопроса;
- выводы и предложения.

Объем реферата или отчета по НИР – 25 – 30 с. с приложением иллюстраций, схем и графиков.

## 1.2 Состав и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 20–30 с. и графической части (1 лист формата А1 – план и разрез производственного отделения и 1 лист формата А2 – технологическая схема производства). В расчетно-пояснительной записке излагаются разработанные студентом технические решения по предлагаемой технологии, причем наряду с основным технологическим разделом записка должна включать в себя вводную и технико-экономическую части, разделы по охране труда и окружающей среды.

### 1.2.1 Расчетно-пояснительная записка

Пояснительная записка составляется в следующем порядке и объеме, с.

Введение .....	2–3
Технологическая часть .....	15-20
в том числе:	
- номенклатура продукции .....	1-2
- выбор и обоснование способа и технологической схемы производства.....	2-3
- режим работы и фонд рабочего времени .....	1
- расчет производственной программы .....	2-3
- расчет и подбор оборудования .....	3-5
- расчет складов и бункеров .....	2-3
- расчет потребности в электроэнергии .....	2-3
- расчет потребности в рабочей силе .....	2-3
- контроль качества продукции и технологического процесса.....	2-3
Технико-экономические расчеты .....	1-2
Охрана труда и окружающей среды .....	2-3
Список литературы, проектных и справочных материалов .....	1-3

Нумерация разделов начинается с технологической части. Подразделы имеют двойную (1.1) либо тройную (1.1.1) нумерацию.

Расчетно-пояснительная записка должна быть сшита и оформлена в соответствии со стандартом СТП 101-00. Страницы записки должны быть пронумерованы (первая страница – титульный лист, на котором номер не проставляется); таблицы и рисунки, наряду с нумерацией, должны иметь наименование. Задание на проектирование вшивается в записку вслед за титульным листом.

В текстовой части записки необходимо делать ссылки на использованные источники: указывается номер источника в соответствии со списком, приведенным в конце записки.

### 1.2.2 Графическая часть

Чертежи и надписи выполняются на ватмане карандашом или тушью в соответствии с требованиями СПДС и ЕСКД либо методом компьютерной графики. Масштаб для планов и разрезов рекомендуется принимать 1:100. При значительных размерах цеха допускается использовать масштаб 1:200. При разработке специальной части проекта может быть принят масштаб 1:50. Технологическая схема выполняется без соблюдения масштаба, но при этом необходимо придерживаться соразмерности в изображении оборудования. Детально разрабатывается основной производственный корпус в соответствии с заданием на проектирование.

### 1.3 Порядок выполнения курсового проекта

Получив задание на курсовой проект и пояснения от руководителя об особенностях его разработки, студент должен ознакомиться с настоящими методическими указаниями и рекомендованной литературой, проектными и справочными материалами.

Для выполнения курсового проекта предусматривается аудиторная работа и индивидуальные консультации в соответствии с учебным планом. На аудиторных практических занятиях рассматриваются вопросы общего характера на отдельных



этапах выполнения работы, проводится анализ типовых ошибок. На индивидуальных консультациях студент согласовывает с преподавателем техническую идею и основные положения проекта, компоновку оборудования, выясняет вопросы, возникающие в ходе технологических расчетов и др.

Составление пояснительной записки следует выполнять в последовательности, указанной в настоящих методических указаниях. Компоновку оборудования целесообразно начинать после завершения расчета производственной программы и подбора оборудования. Основные технико-экономические показатели рассчитывают на завершающей стадии после выполнения графической части.

По окончании технологических расчетов студент сдает пояснительную записку на проверку руководителю. Получив проверенную записку, студент устраняет замечания, данные руководителем, и приступает к выполнению графической части. По окончании выполнения графической части и устранения замечаний студент защищает проект перед руководителем. Защита проекта может быть как индивидуальной – в присутствии руководителя проектирования, так и публичной – в присутствии других преподавателей и студентов.

## **2 Предприятия по производству керамического кирпича**

### **2.1 Введение**

Во введении следует кратко изложить сведения о состоянии и перспективах развития производства стеновых материалов и в частности рассматриваемой его разновидности – керамических либо силикатных стеновых материалов – в стране и в регионе, для которого разрабатывается проект, об их применении в строительстве, зарубежный опыт производства стеновых материалов.

Следует обосновать цель и задачи выполняемого курсового проекта, указать нормативные документы, положенные в основу его разработки.

### **2.2 Технологическая часть**

#### **2.2.1 Номенклатура продукции**

Номенклатуру, предусмотренных к выпуску стеновых материалов, устанавливают в соответствии с заданием на проектирование и ГОСТ 530-2007 [1].

В этом разделе излагают:

- основные требования к проектируемым материалам, предъявляемые действующими государственными стандартами, техническими условиями или другими нормативными документами;
- обоснование выбора основных показателей качества керамических стеновых материалов в зависимости от исходного сырья, способа производства и других факторов;
- планируемое для производства процентное соотношение видов и качества продукции.

#### **2.2.2 Сырье**

Приводятся характеристики сырья, обуславливающие технологию его переработки:

- химический, минералогический, гранулометрический составы, содержание органических, водорастворимых и прочих примесей;

- физико-механические характеристики (плотность, прочность, влажность, характер залегания в месторождении, способ разработки в карьере);

- технологические характеристики, например, для глин в соответствии с ГОСТ 9169-75 [2] и другими нормативными документами.

Необходимо отразить соответствие сырья требованиям действующих нормативных документов и указать нормативные расходы сырья и возможных добавок на единицу продукции.

### 2.2.3 Выбор и обоснование способа и технологической схемы производства

Способы и технологические схемы производства стеновых материалов в зависимости от их вида определяются, прежде всего, качеством исходных компонентов (сырья) и требованиями, предъявляемыми к готовой продукции.

Так для производства керамических стеновых материалов рекомендуются следующие способы производства:

- пластический способ подготовки сырья с последующим пластическим или жестким способами формования сырца;

- полусухой способ подготовки сырья с последующим пластическим способом формования [изделий];

- полусухой способ производства изделий.

Рекомендуемые технологические схемы производства керамического кирпича и камней приводятся в приложении 3 [3]. Схемы различаются интенсивностью переработки сырья, которая возрастает с повышением плотности и твердости глин, ухудшением их размокаемости.

Пример технологической схемы производства керамического кирпича способом полусухого прессования приведен в приложении А настоящих методических указаний.

## 2.2.4 Режим работы и фонд рабочего времени

Режим работы рекомендуется принимать в соответствии с нормами технологического проектирования [3].

Таблица 1 – Режимы работы кирпичных заводов

Наименование отделений и переделов производства	Количество рабочих смен в сутки	Количество рабочих дней в году
1	2	3
<b>Прием глинистого сырья:</b>		
- в открытый глинозапасник	1 – 2	160 – 260
- в закрытый глинозапасник	1 – 2	260 – 305
<b>Склад добавок</b>		
- приём добавок	1 – 2	160 – 305
- подача добавок в производство	1 – 2	305 – 365
<b>Отделение приготовления добавок</b>		
- приём сырья или добавок	1 – 2 – 3	305 – 365
- обжиг	3	365
- дробление и рассев	1 – 2 – 3	305 – 365
- подача в производство	1 – 2 – 3*	305 – 365
<b>Отделение приёма сырья</b>	1 – 2 – 3*	305 – 365*
- приём сырья	1 – 2 – 3*	305 – 365
- подача в производство		
<b>Отделение переработки сырья</b>		
- при наличии шихтозапасника	1 – 2	305
- при отсутствии шихтозапасника	2 – 3*	305 – 365
<b>Шихтозапасник</b>		
- по загрузке	1 – 2	305
- по выгрузке	2 – 3 *	305 – 365

Продолжение таблицы 1

1	2	3
<b>Формовочно–перегрузочное отделение</b> - формование сырца, укладка его на сушильные вагонетки или на паллеты перекладка высушенного сырца на печные вагонетки	2 – 3*	305 – 365
<b>Сушильное отделение</b> а) туннельные и камерные сушилки - загрузка, выгрузка сушилок - сушка сырца б) конвейерные сушилки - загрузка, выгрузка сушилок, сушка сырца	2 – 3 3 3	305- 365 365 365
<b>Печное отделение</b> - загрузка, выгрузка печей, обжиг	3	365
<b>Отделение разгрузки обожжённой продукции, пакетирования и ремонта печных вагонеток</b>	2	305 – 365
<b>Склад готовой продукции</b> - выдача продукции на склад - отгрузка готовой продукции: а) автотранспортом б) железнодорожным транспортом	2 2 2 – 3**	305 – 365 305 – 365 305 – 365

Примечания

1 \* - Только для заводов с конвейерными сушильными агрегатами.

2 \*\* - Отгрузка готовой продукции железнодорожным транспортом производится по мере подачи железнодорожных вагонов.

Режим работы следует принимать с учетом проведения ремонта технологического оборудования в нерабочие смены и дни. Не предусмотрены потери рабочего времени по организационным причинам.

Обеденный перерыв в цехе в течение рабочих смен с остановкой технологической линии не предусматривается.

Номинальный годовой фонд рабочего времени оборудования, ч, рассчитывается по формуле

$$T_r = N \cdot n \cdot t, \quad (1)$$

где  $N$  – количество рабочих дней в году;

$n$  - количество рабочих смен в сутки;

$t$  - продолжительность рабочей смены, ч.

Расчетное рабочее время оборудования в год, ч, рассчитывается по формуле

$$T_p = T_r \cdot K_{ти}, \quad (2)$$

где  $K_{ти}$  – коэффициент технического использования оборудования

$$K_{ти} = K_1 \cdot K_2, \quad (3)$$

где  $K_1$  – коэффициент использования внутрисменного времени работы технологического оборудования;

$K_2$  - коэффициент использования оборудования с учетом планово-предупредительного ремонта.

$K_1 = 0,9$  при трехсменной работе оборудования;

$K_1 = 0,97$  при двухсменной работе оборудования;

$K_2 = 0,93$  при прерывной работе оборудования – 305 дней в году;

$K_2 = 0,9$  при непрерывной работе оборудования – 365 дней в году.

Коэффициент использования тепловых агрегатов – 0,95 .

Более точный расчет фонда рабочего времени оборудования проводится с учетом коэффициента использования оборудования участка технологической линии. Последний рассчитывают по формуле

$$K_{иу} = K_{гy} \cdot K_{гн} , \quad (4)$$

где  $K_{гy}$  – коэффициент готовности оборудования участка технологической линии.

$$K_{гy} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_{гнi}} - (n-1)} , \quad (5)$$

где  $K_{гн}$  – коэффициент готовности  $n$ -й машины, входящей в участок технологической линии (значения приведены в таблице 3 [3]);

$n$  - общее количество машин на участке технологической линии.

Результаты расчета режима работы предприятия сводят в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчетный режим работы предприятия

Наименование отделений и переделов производства	Количество рабочих смен в сутки	Количество рабочих дней в году	Номинальный годовой фонд времени, ч	Коеф. использования	Фактический годовой фонд времени, ч
1	2	3	4	5	6

### 2.2.5 Расчет производственной программы

Производственная программа рассчитывается исходя из заданной производительности завода и годового фонда работы технологических переделов и оборудования. Для расчета суточной производительности необходимо разделить годовую производительность на количество рабочих суток в году.

Максимальная часовая производительность отдельных участков технологической линии рассчитывается по формуле

$$Q_{ч} = \frac{Q_r \cdot P}{(1-B) \cdot T_p \cdot K_{гy}} , m/ч , \quad (6)$$

$$Q_{\text{ч}} = \frac{Q_r}{(1 - B) \cdot T_p \cdot K_{\text{гy}}}, \text{ шт/ч}, \quad (7)$$

где  $Q_r$  – годовая производительность участка линии, шт.;

$P$  – масса сформованного условного кирпича, т;

$B$  – технологические отходы, получаемые при сушке и обжиге, доли единицы;

$T_p$  – расчетное время работы оборудования в год, ч;

$K_{\text{гy}}$  – коэффициент готовности оборудования участка технологической линии.

Для повышения значений  $K_{\text{гy}}$  необходимо предусматривать установку в технологической линии промежуточных буферных емкостей (бункеров).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Производственная программа

Материал по переделам	Единица измерения	Количество в		
		год	сутки	час

Пример расчета производственной программы при производстве керамического пустотелого кирпича приведен в приложении Б.

При расчете производственной программы следует учитывать потери сырья, топлива и образование отходов (брака) при сушке и обжиге, принимаемые согласно таблице 4.

Таблица 4 - Нормы потерь сырья и образование отходов

Наименование материала	Потери, %
1	2
Потери сырья при транспортировании по переделам производства	1,0



Продолжение таблицы 4

1	2
Отходы при сушке сырья	3,0
Отходы при обжиге	2,0
Потери твердого топлива при хранении на складе и транспортировке в производстве	1,0

Отходы, образующиеся при сушке, подлежат возврату в производство. Их подают вместе с глинистым сырьем. Отходы, получаемые при обжиге, могут быть использованы в качестве отощающих добавок либо отгружаются потребителю вместе с готовой продукцией без разбраковки, с учетом нормативного количества отходов обжига.

Расчет производственной программы следует вести, начиная со склада готовой продукции и заканчивая складами и приемными устройствами сырья, топлива и добавок.

Укрупненный расход сырья на производство керамических стеновых изделий принимают из расчета [3]:

- 2,7 м<sup>3</sup> на 1000 шт. усл. полнотелого кирпича пластического прессования из вакуумированной массы без добавок;

- 2,5 м<sup>3</sup> на 1000 шт. усл. полнотелого кирпича пластического прессования из невакуумированной массы без добавок.

Уточненный расчет расхода сырья с учетом физико-механических характеристик используемого сырья проводится по следующей методике [4].

1 Расход сырья, м<sup>3</sup>/1000 шт. усл. кирпича, рассчитывается по формуле

$$V = \frac{1,95 \cdot K_y}{1 - \alpha_o}, \quad (8)$$

где 1,95 – объем 1000 шт. усл. полнотелого кирпича, м<sup>3</sup>;

K<sub>y</sub> - коэффициент уплотнения шихты при формовании.

$$K_y = \frac{V_{ш}}{V_c} \text{ или } K_y = \frac{\gamma_c}{\gamma_{ш}}, \quad (9)$$

где  $V_{ш}$  - объем шихты на формование 1000 шт. усл. кирпича,  $\text{м}^3$ ;

$V_c$  - объем 1000 шт. отформованного сырца,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma_{ш}$  - плотность шихты,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$\gamma_c$  - плотность сформованного сырца,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

При расчетах  $K_y$  принимают равным 1,4.

$\alpha_0$  - общая объемная усадка, доли единицы, рассчитывается по формуле

$$\alpha_0 = 3\alpha_l - 3\alpha_l^2, \quad (10)$$

где  $\alpha_l$  - общая линейная усадка кирпича, доли единицы.

**2** Расход компонентов шихты,  $\text{м}^3/1000$  шт. усл. кирпича, рассчитывается по формулам:

- в разрыхленном состоянии:

$$\text{глины} \quad V_r = N_r \cdot V_{ш}; \quad (11)$$

$$\text{добавки} \quad V_d = N_d \cdot V_{ш}; \quad (12)$$

- в плотном состоянии:

$$\text{глины} \quad V_z = \frac{N_z \cdot V_{ш}}{K_{pz}}; \quad (13)$$

$$\text{добавки} \quad V_{\partial} = \frac{N_{\partial} \cdot V_{ш}}{K_{p\partial}}, \quad (14)$$

где  $N_r$  и  $N_d$  - доля глины и добавки в шихте (по объему);

$K_{pr}$  и  $K_{p\partial}$  - коэффициент разрыхления глины и добавок.

**3** Расход глины в рыхлом состоянии (при формовании кирпича без добавок),  $\text{м}^3/1000$  шт. усл. кирпича, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{гл}} = \frac{V_c}{K_{\text{рг}}} \quad (15)$$

4 Масса сформованного сырца, кг, рассчитывается по формуле

$$M_c = V_c \cdot \gamma_c = \frac{1,95 \cdot \gamma_c}{1 - 3\alpha_l + 3\alpha_l^2} \quad (16)$$

Плотность сформованного сырца обычно составляет:

$\gamma_c = 1,9-2,1 \text{ т/м}^3$ ; в среднем принимают  $2 \text{ т/м}^3$ .

Плотность сырца,  $\text{т/м}^3$ , может быть определена по плотности обожженного кирпича  $\gamma_k$

$$\gamma_c = \frac{\gamma_k \cdot (1 - \alpha_o)}{\left(1 - \frac{W_{\text{ф}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{ППП}}{100}\right)}, \quad (17)$$

где  $\alpha_o$  - общая объемная усадка, доли единицы;

$W_{\text{ф}}$  - относительная формовочная влажность, %;

ППП – потери при прокаливании, %.

Потери при прокаливании принимают равными 8 %.

Ориентировочно масса сырца полнотелого кирпича может быть определена по величине общей линейной усадки [3].

Таблица 5 – Зависимость массы сырца от величины общей линейной усадки

Наименование показателя	Общая линейная усадка кирпича, %						
	4	5	6	7	8	9	10
Масса сырца, кг							

## 2.2.6 Расчет и подбор оборудования

Выбор и расчет основного технологического оборудования производят в соответствии с принятой технологической схемой.

Основными агрегатами, определяющими выбор комплектующего оборудования и фактическую производительность предприятия, являются

формовочные и тепловые агрегаты (печи), после выбора которых целесообразно скорректировать заданную производительность завода с целью обеспечения ее максимального значения.

В основу расчета закладывается часовая производительность по технологическим переделам, записанная в таблице 3.

Учитывая неравномерность подачи материала, оборудование по приему сырья должно иметь запас по производительности, учитываемый за счет ввода коэффициента неравномерности подачи материала  $K_n$ , принимающего значение от 1,05 до 1,15 в зависимости от мощности предприятия

$$Q_n = K_n \cdot Q_{\text{ч}}, \quad (18)$$

где  $Q_n$  – производительность оборудования по приёму сырья, т/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );

$Q_{\text{ч}}$  – часовая производительность передела, т/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ).

Следует выбирать мощное современное типовое оборудование, позволяющее сократить производственные площади и затраты на обслуживание оборудования.

Количество единиц принимаемого к установке оборудования рассчитывают по формуле

$$n = \frac{Q_{\text{ч}}}{Q_n}, \quad (19)$$

где  $Q_n$  – паспортная производительность единицы оборудования, т/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ).

Результаты подбора оборудования по технологическим переделам сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Ведомость оборудования

Наименование	Тип	Ед. изм.	Требуемая производ.	Паспортная производ.	Кол-во	Мощность эл./дв, кВт.	
						Ед.	общая

### 2.2.6.1 Расчет туннельной сушилки

Емкость туннельной сушилки выражается количеством вагонеток, штук, одновременно находящихся в ней, и рассчитывается по формуле [5]

$$n = \frac{\Pi_{\text{час}} \cdot T_c}{N_{\text{в}}}, \quad (20)$$

где  $\Pi_{\text{час}}$  – часовая производительность сушилок, шт. усл. кирпича;

$T_c$  – продолжительность сушки, ч;

$N_{\text{в}}$  – емкость одной вагонетки, шт. усл. кирпича.

Количество вагонеток в одном туннеле определяется по формуле

$$m = \frac{l}{l_{\text{в}}}, \quad (21)$$

где  $l$  – длина туннеля, м;

$l_{\text{в}}$  – длина одной вагонетки, м.

Количество туннелей определяется по формуле

$$\frac{n}{m} = \frac{n}{m}, \quad (22)$$

где  $n$  – количество вагонеток, одновременно находящихся в туннельной сушилке, шт.;

$m$  – количество вагонеток, находящихся в одном туннеле, шт.

Для заводов производительностью более 30 млн. шт. усл. кирпича рекомендуется использовать этажерочные вагонетки типа СМК-393 [6].

Интервал времени между загрузками вагонеток рассчитывается по формуле

$$T_{\text{в}} = \frac{60 \cdot T_o}{n_{\text{в.р.}}}, \text{ мин}, \quad (23)$$

где  $T_o$  – продолжительность сушки, ч;

$n_{\text{в.р.}}$  – общее количество сушильных вагонеток, шт.

#### 2.2.6.2 Расчет туннельной печи

Емкость печи определяется по формуле [5]

$$E_{\text{п}} = \Pi_{\text{час}} \cdot T_o, \quad (24)$$

где  $\Pi_{\text{час}}$  – часовая производительность печи по данному переделу, шт/ч;

$T_0$  – продолжительность обжига, ч.

Расчетная длина рабочей части обжигательного канала печи, м, рассчитывается по формуле

$$L_p = \frac{E_{\Pi} \cdot l}{E_{\text{в}}} = n_{\text{в.р.}} \cdot l_{\text{в}}, \quad (25)$$

где  $E_{\Pi}$  – емкость печи, шт.;

$E_{\text{в}}$  – емкость печной вагонетки, шт.;

$l_{\text{в}}$  – габаритная длина вагонетки, м;

$n_{\text{в.р.}}$  – количество вагонеток в рабочей части печи, шт.

$$n_{\text{в.р.}} = \frac{E_{\Pi}}{E_{\text{в}}}, \quad (26)$$

Общая длина печи, м, рассчитывается по формуле

$$L = L_p + n_{\text{в.ф.}} \cdot l_{\text{в}}, \quad (27)$$

где  $n_{\text{в.ф.}}$  – количество вагонеток в форкамерах, шт.

Количество вагонеток в печи, шт., рассчитывается по формуле

$$n_{\text{в}} = n_{\text{в.р.}} + n_{\text{в.ф.}} \cdot \quad (28)$$

Интервал времени между загрузками вагонеток рассчитывается по формуле

$$T_{\text{в}} = \frac{60 \cdot T_0}{n_{\text{в.р.}}}, \text{ мин}, \quad (29)$$

где  $T_0$  – продолжительность обжига, час;

$n_{\text{в.р.}}$  – количество вагонеток в рабочей части печи, шт.

Технические характеристики теплотехнического оборудования приведены в приложении В.

## 2.2.7 Расчет складов и бункеров

Склады и бункера устраивают для обеспечения бесперебойной работы оборудования и завода в целом, т.к. при перебоях с поставкой сырья или даже кратковременном выходе из строя транспортирующего либо другого оборудования возможна остановка всей технологической линии.

Бункера устанавливаются непосредственно перед технологическим оборудованием, благодаря чему создается возможность изменения дозировки перерабатываемого материала в агрегат. Емкость бункеров, как правило, принимается равной 2-4 часовой производительности агрегата, работу которого они обеспечивают. В ряде случаев, исходя из технологических либо конструктивных соображений, емкость бункеров может быть увеличена либо уменьшена. Размеры и форма бункеров определяются конструктивными соображениями.

Для приема и хранения сырья рекомендуется применять открытый склад в случае сезонного режима работы карьера либо при возможных перебоях в добыче сырья в периоды дождей или сильных морозов. Тип склада – штабельный либо конический. Кроме того, непосредственно в производственном корпусе может быть организован закрытый склад (глинозапасник) для обеспечения производства глиной со сравнительно стабильными характеристиками, исключающий попадание в формовочную массу мерзлой глины.

Складирование добавок (отощающих, пластифицирующих, выгорающих и т.п.) может осуществляться как на открытых складах (под навесом), так и в закрытых (отапливаемые помещения, силоса, бункера). Нормы запаса компонентов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы запаса компонентов керамической формовочной массы

Наименование	Норма запаса, расчетных суток
1	2
Запас сырья:	
- в открытом глинозапаснике	90-180
- в отдельно стоящем глинозапаснике	до 30

Продолжение таблицы 7

1	2
- в глинозапаснике в составе производственного корпуса	7-10
Запас добавок:	
- на открытой площадке	15-30
- в силосах	5-15
- в приемных и промежуточных бункерах, расчетные рабочие часы	8-32
- в расходных бункерах, расчетные рабочие часы	4-12
- в таре	15-30
Склад топлива	15
Склад готовой продукции	7

Расчет штабельного склада проводят следующим образом.

Объем складированного материала, м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$V = Q_{\text{сут}} \cdot n, \quad (30)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный расход материала, м<sup>3</sup>;

$n$  – нормативный запас материала, сут.

Нормативный запас материала принимается по расходу в отделении по его переработке.

Площадь поперечного сечения штабеля, м<sup>2</sup>, для сырьевых материалов определяется по формуле

$$S = B \cdot h \cdot K_3, \quad (31)$$

где  $B$  – ширина штабеля, м;

$h$  – высота штабеля, м;

$K_3$  – коэффициент заполнения.



Коэффициент заполнения принимают равным 0,5-0,6 для штабеля треугольного сечения и 0,7-0,8 – трапециидального.

Длина штабеля, м, определяется по формуле

$$l = \frac{V}{S}. \quad (32)$$

Объем бункеров, м<sup>3</sup>, для сырьевых материалов определяем по формуле

$$V_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{ч}} \cdot t}{K_3}, \quad (33)$$

где  $Q_{\text{ч}}$  – часовой расход материала, м<sup>3</sup>;

$t$  – нормативный запас материалов, ч;

$K_3$  – коэффициент заполнения (принимают равным 0,8-0,9).

Склад готовой продукции рассчитывается исходя из размещения на 1 м<sup>2</sup> площади склада:

- 200–240 шт.усл. кирпича при укладке поддонов с готовой продукцией в 1 ярус;
- 400–480 шт.усл. кирпича при укладке поддонов с готовой продукцией в 2 яруса.

Площадь склада готовой продукции, м<sup>2</sup>, рассчитывается с учетом следующих коэффициентов, учитывающих проезды и проходы:

- при обслуживании склада погрузчиками автотранспорта –  $K=1,3$ ;
- при обслуживании склада козловым краном-погрузчиком и автотранспортом –  $K=1,7$ .

$$S = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot t}{n} \cdot K, \quad (34)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточная производительность склада, шт.;

$t$  – нормативный запас продукции на складе, сут.;

$K$  – коэффициент, учитывающий проезды и проходы;

$n$  – количество кирпича, размещаемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада, шт. усл. кирпича.

Затем определяется длина склада, м, исходя из принятой ширины пролета склада – 18, 24, 30 либо 36 м.

$$L = \frac{S}{B}, \quad (35)$$

где  $B$  – ширина пролета склада, м.

При чрезмерной длине склада целесообразно принять несколько пролетов; при этом общая длина пролетов должна равняться расчетной.

### 2.2.8 Расчет потребности в электроэнергии

Потребность предприятия в электроэнергии для выполнения основных технологических операций определяется исходя из количества основного технологического оборудования, режима работы предприятия и мощности электропривода оборудования. Результаты расчета заносят в таблицу 8.

Таблица 8 – Расход электроэнергии

Наименование оборудования	Кол. ед.	Мощность двигателя, кВт		Коэф. использ.	Число часов работы в год	Годовой расход электроэнергии, кВт·ч
		Ед.	Общ.			
1	2	3	4	5	6	7

### 2.2.9 Расчет потребности в рабочей силе

Списочная численность производственного персонала завода определяется на основании принятой структуры управления предприятием, явочной численности трудящихся и коэффициента подмены при переходе от явочного к списочному составу. Явочная численность основных производственных рабочих устанавливается исходя из принятого режима работы и прочих соображений, и сводится в таблицу 9.

Таблица 9 – Состав работающих

Наименование производственных отделений и основных профессий	Явочное количество рабочих, чел.				Трудозатраты, чел·ч	
	1 смена	2 смена	3 смена	Всего	В сутки	В год

Число подменных рабочих рассчитывают по отдельным цехам предприятия умножением численности явочных рабочих на коэффициент подмены, определяемый по формуле [3]

$$K_n = \frac{П}{230} - 1, \quad (36)$$

где  $K_n$  – коэффициент подмены для группы рабочих, обслуживающих участки (цехи) с одинаковым количеством рабочих дней в году;

$П$  – режим работы участка (цеха) в днях;

230 – количество рабочих дней в году в расчете на одного рабочего.

Коэффициент подмены при режиме работы участка в течение 365 дней в году – 0,59; при 305 рабочих днях – 0,33; при 253 днях – 0,1.

Численность персонала на подмену принимают для тех рабочих и мастеров, которые непосредственно связаны с обслуживанием рабочих мест: основные рабочие, дежурный персонал, кочегары парокотельных и мастера основного производства.

Примерная численность рабочих основного производства приведена в приложении Г.

Количество ИТР и служащих составляет 8-15 % от численности производственных рабочих.

## **3 Предприятия по производству силикатного кирпича**

### **3.1 Введение**

Во введении следует кратко изложить сведения о состоянии и перспективах развития производства стеновых материалов и, в частности, рассматриваемой его разновидности – силикатных стеновых материалов – в стране и в регионе, для которого разрабатывается проект, об их применении в строительстве, зарубежный опыт.

Следует обосновать цель и задачи выполняемого курсового проекта, указать нормативные документы, положенные в основу его разработки.

### **3.2 Технологическая часть**

#### **3.2.1 Номенклатура продукции**

Номенклатуру, предусмотренных к выпуску силикатных стеновых материалов, устанавливают в соответствии с заданием на проектирование и ГОСТ 379-95 [7].

В этом разделе излагают:

- основные требования к проектируемым материалам, предъявляемые действующими государственными стандартами, техническими условиями или другими нормативными документами;

- обоснование выбора основных показателей качества силикатных стеновых материалов в зависимости от исходного сырья, технологической схемы производства и других факторов;

- планируемое для производства процентное соотношение видов продукции и её качество.

Соотношение между марками сплошных и пустотелых изделий при использовании для их изготовления одного и того же состава сырьевой смеси можно определить по графику, представленному на рисунке 1.

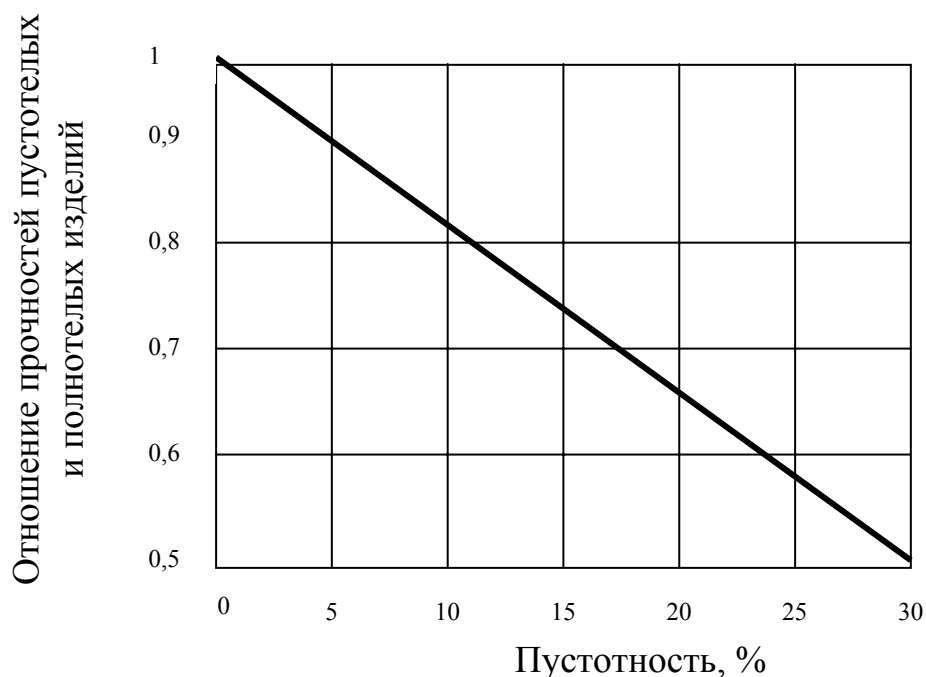


Рисунок 1 - Изменение прочности кирпича в зависимости от его пустотности

### 3.2.2 Сырье

Приводятся характеристики сырья, обуславливающие технологию его переработки:

- химический, минералогический, гранулометрический составы, содержание органических и прочих примесей;
- физико-механические характеристики (плотность, прочность, влажность, характер залегания в месторождении, способ разработки в карьере);
- технологические характеристики; например, для песка в соответствии с ОСТ 21-1-80 [8], а извести ГОСТ 9179-77 [9].

Необходимо отразить соответствие сырья требованиям действующих нормативных документов и указать нормативные расходы сырья и возможных добавок на единицу продукции.

### 3.2.3 Выбор и обоснование способа и технологической схемы производства

Способы и технологические схемы производства стеновых материалов в зависимости от их вида, определяются, прежде всего, качеством исходных компонентов (сырья) и требованиями, предъявляемыми к готовой продукции.

Так для производства силикатных стеновых материалов рекомендуется в зависимости от вида гасильных агрегатов использовать силосный и барабанный способы производства.

Использование в качестве компонента вяжущего доменного гранулированного шлака, характеризующегося повышенной активностью по отношению к извести, исключает его совместное присутствие в гасильном реакторе, т.к. это может привести к схватыванию и твердению силикатной смеси уже в реакторе. Такая же проблема может возникнуть и при использовании в составе силикатной смеси зол ТЭС либо пыли-уноса печей обжига портландцементного клинкера.

Использование в качестве компонента вяжущего магнезиальной извести может привести к разрушению кирпича в автоклаве вследствие малой скорости гашения оксида магния. Поэтому в состав загашенной силикатной смеси, в этом случае, необходимо вводить активную минеральную добавку (опока, трепел, диатомит), либо же процесс гашения традиционной смеси проводить в гасильном барабане.

Типовая технологическая схема производства силикатного кирпича и камней приводится в Типовом технологическом регламенте на технологический процесс производства силикатного кирпича [10]. В зависимости от вида используемого сырья и ассортимента планируемой к выпуску продукции схема может быть видоизменена.

Пример технологической схемы производства силикатного кирпича приведен в приложении Д настоящих методических указаний.

### 3.2.4 Режим работы и фонд рабочего времени

Режим работы следует принимать в соответствии с рекомендациями по техническому перевооружению заводов силикатного кирпича [11].

Таблица 10 – Режим работы заводов по производству силикатных изделий

Наименование отделений и переделов производства	Количество рабочих смен в сутки	Количество рабочих дней в году
Прием сырья:		
- автотранспортом	1-2	253-305
- железнодорожным транспортом (вагоны МПС)	3	365
Отделение обжига извести	3	365
Помольное отделение	2-3	253-357
Смесеприготовительное отделение	2-3	253-357
Формовочное отделение	2-3	253-357
Запарочное отделение	2-3	253-357
Склад готовой продукции:		
- по приему	2-3	253-357
- по отгрузке:		
- автотранспортом	2	253
- железнодорожным транспортом	3	365

Примечание - Продолжительность рабочих смен – 8 часов.

### 3.2.5 Расчет производственной программы

При расчетах часовых и суточных расходов сырья необходимо учитывать коэффициенты неравномерности его потребления, а для годовых расходов также и потери при транспортировании, переработке и хранении. Потери вяжущего при производстве силикатных изделий составляют 4 %, а немолотого песка – 2 %.

Коэффициент неравномерности потребления сырья учитывает неравномерность его поставки с карьера, случайные остановки перерабатывающих и транспортирующих агрегатов, плановые остановки на технологическое обслуживание

формовочных комплектов и прочего оборудования. Таким образом, мощность оборудования следует принимать с учетом его неравномерной во времени загрузки, которая определяется коэффициентом неравномерности по отношению к среднечасовой производительности предприятия. Его значения колеблются в пределах от  $K_n = 1,1$  до  $K_n = 1,25$ .

В определенной степени выровнять потоки сырья и материалов позволяют буферные емкости – бункера, создающие запасы сырья перед технологическими агрегатами. Чем больше запасы, тем меньше коэффициент неравномерности.

Годовую мощность основного технологического оборудования рассчитывают с учетом его остановок на профилактику, текущий и капитальный ремонты и т. п. В таблице 11 приведены средние коэффициенты использования оборудования при различных режимах работы заводов.

Таблица 11 – Коэффициенты использования оборудования

Наименование	Коэффициент использования при работе				
	357 сут., 3 смены	305 сут., 3 смены	305 сут., 2 смены	253 сут., 3 смены	253 сут., 2 смены
Смесители двух вальные	0,7	0,72	0,75	0,72	0,8
Мельницы шаровые	0,8	0,82	0,85	0,82	0,9
Растиратели – гомогенизаторы	0,8	0,82	0,85	0,82	0,9
Реакторы гасильные	0,9	0,9	0,92	0,9	0,95
Формовочные комплексы	0,63	0,75	0,78	0,82	0,82
Автоклавы (работают в 3 смены)	0,85	0,9	0,9	0,95	0,95

Годовой фонд работы оборудования, ч, определяется путем умножения годового нормативного времени  $T_r$  на коэффициент использования оборудования  $K_n$



$$T_p = T_z \cdot K_u, \quad (36)$$

$$T_z = N \cdot n \cdot t, \quad (37)$$

где  $N$  – количество рабочих дней в году;

$n$  – количество рабочих смен в сутки;

$t$  – продолжительность рабочих смен, ч.

Количество рабочих часов в сутки составляет при трехсменной работе: 22 ч – 357 рабочих дней; 21 ч – 305 рабочих дней; 22 ч – 5 дневная рабочая неделя. При двухсменной работе количество рабочих часов в сутки составляет 14 ч (305 рабочих суток) и 16 ч (253 рабочих суток). Автоклавы работают 24 часа в сутки.

При расчете производственной программы следует учитывать коэффициент выхода полуфабрикатов и готовой продукции: годного сырца при формовании полнотелого кирпича – 0,985, пустотелого – 0,97, а коэффициент выхода годного кирпича из автоклавов во всех случаях – 0,985.

Годовую мощность отдельных агрегатов определяют по формуле

$$Q = П \cdot T_p \cdot K, \quad (38)$$

где  $П$  – часовая номинальная производительность агрегата;

$T_p$  – годовой фонд его рабочего времени, ч;

$K$  – коэффициент выхода годной продукции.

Паспортную производительность смесительных, размольных и смесеперерабатывающих машин определяют в т или м<sup>3</sup>, а для прессов и автоклавов в тыс. шт. условного (приведенного к одинарному) кирпича.

Часовая производительность автоклавов, тыс. шт. усл. кирпича, составляет

$$A = \frac{B \cdot B}{24}, \quad (39)$$

где  $B$  – вместимость автоклава, тыс. шт. условного кирпича;

$B$  – число циклов запаривания в 1 сутки.

Число циклов запаривания определяют путем деления длительности суток на длительность одного цикла запаривания.

$$B = \frac{24}{T} \quad (40)$$

где  $T$  – длительность цикла запаривания, ч.

Порядок расчета производственной программы следующий. По пустотности продукции и ее марочности определяют удельный расход вяжущего по рисунку 2, а удельный расход песка, исходя из пустотности кирпича и насыпной плотности песка в сухом состоянии, по рисунку 3.

Удельный расход валовой извести можно принимать из условия

$$I_B = 0,5 * Ц, \quad (41)$$

где  $Ц$  – расход вяжущего.

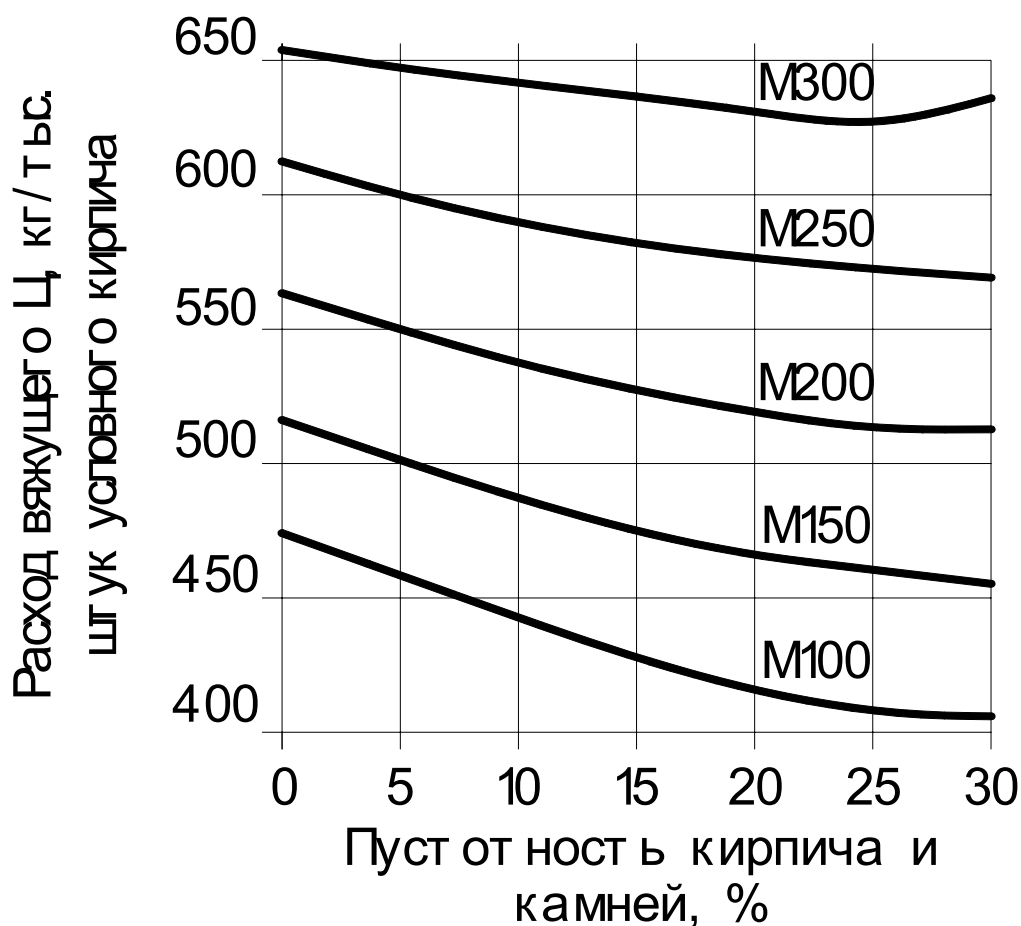


Рисунок 2 – Удельный расход вяжущего на 1 тыс.шт. условного кирпича в зависимости от его пустотности и марочности (M)

На рисунке 2 приведены удельные расходы вяжущего оптимального состава И:К = 1:1 для кварцевого песка. При составе вяжущего И:К = 1,5:1, а также при использовании полевошпатных песков расходы вяжущего возрастают примерно на 10 %.

Все расчеты приведены для извести активностью не менее 70 %. При использовании привозной извести активность принимают равной 60 % и в соответствии с этим проводят корректировку расхода вяжущего.

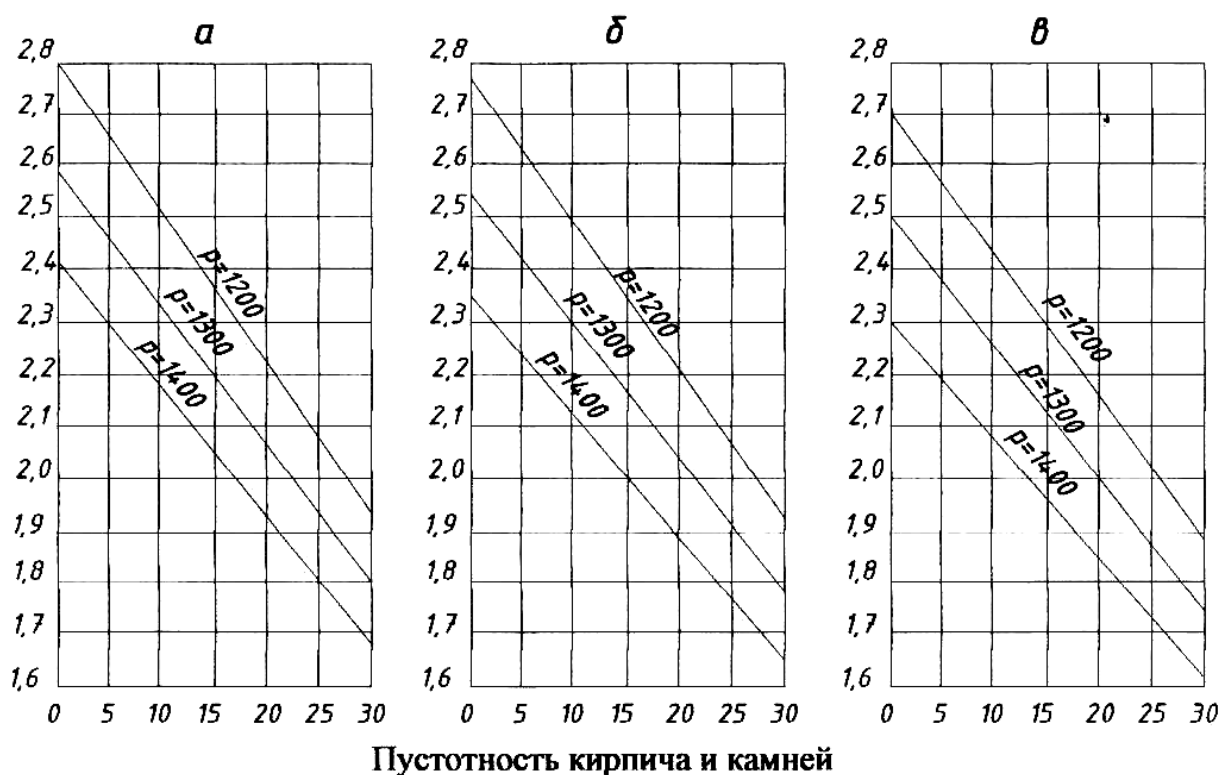


Рисунок 3 – Удельный расход песка, в м<sup>3</sup>, в зависимости от его насыпной плотности, кг/м<sup>3</sup>:

- а) при расходе валовой извести 250 кг/тыс. шт. усл. кирпича;
- б) то же, 300 кг/тыс. шт. усл. кирпича;
- в) то же, 350 кг/тыс. шт. усл. кирпича.

Расход воды определяют исходя из следующих соображений. Песок, поступающий на завод, имеет карьерную влажность около 4-4,5 %, в то время как для полного гашения извести количество влаги в исходной смеси должно достигать 6-6,5 %. Таким образом, для надлежащего увлажнения смеси к ней необходимо добавить около 2 % воды по массе.

После гашения влажность выходящей из реакторов смеси составляет 3-3,5 %, тогда как ее оптимальная формовочная влажность 5-6 %. Таким образом, и в этом случае необходимо также добавить 2 % для доувлажнения смеси.

Расход известняка на 1 т обожженной извести следует принимать по графику, представленному на рисунке 4.

Пример расчета производственной программы при производстве силикатного кирпича приведен в приложении Е.

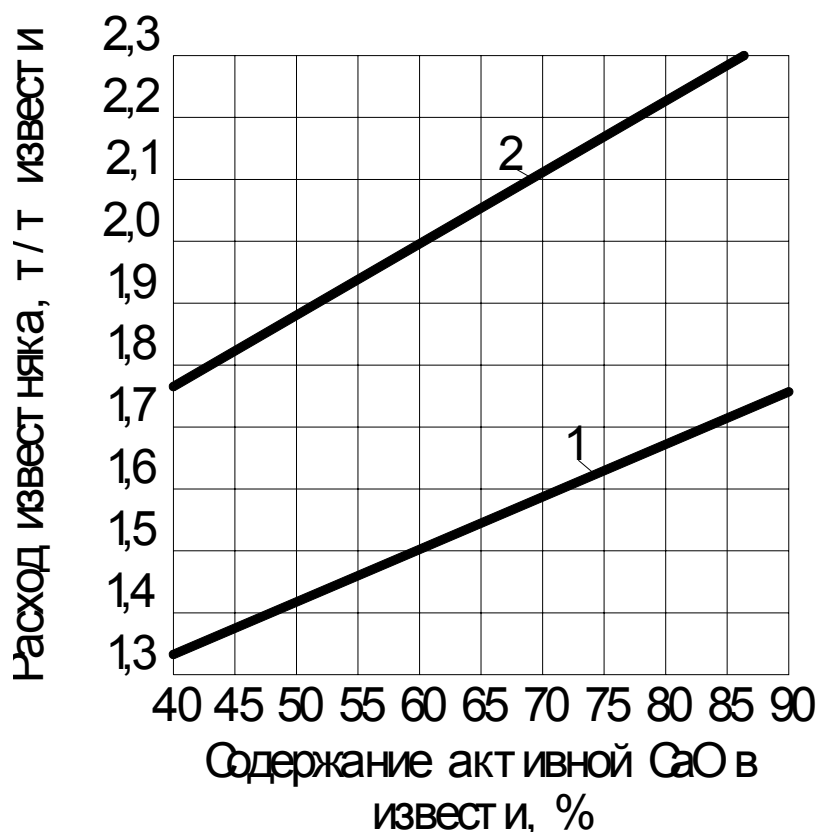


Рисунок 4 – Расход известняка на 1 т обожженной извести:

1 – загружаемого в печь; 2 – с учетом отходов при дроблении

### 3.2.6 Расчет и подбор оборудования

Расчет количества прессов производят исходя из часовой производительности формовочного отделения и паспортной производительности прессов, которая, в свою очередь, определяется видом формуемых изделий. Технические характеристики прессов приведены в приложении Ж.

Рабочий фонд времени формовочного отделения рассчитывают в зависимости от принятого режима работы. При двухсменной работе в течение 253 дней рабочее время, ч, составит

$$T_p = T_{\Gamma} \cdot K_{II} = N \cdot n \cdot t \cdot K_{II} = 253 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,82 = 3319 \quad (42)$$

где  $T_{\Gamma}$  – календарный фонд времени работы формовочного отделения, ч;

$K_{II}$  – коэффициент использования формовочных комплексов;

$N$  – количество рабочих дней;

$n$  – количество рабочих смен в сутки;

$t$  – длительность смены, ч.

Подбор реакторов для гашения силикатной смеси имеет некоторые особенности. Выдержка смеси в реакторах для полного ее гашения должна длиться не менее трех часов. Кроме того, реакторы выполняют функцию запасных емкостей перед прессами для обеспечения бесперебойной работы последних. Нормативный запас гашеной смеси составляет два часа. Таким образом, реакторы должны вмещать пятичасовой расход смеси. При расчете следует принимать насыпную плотность гашеной смеси равную  $1,4 \text{ т/м}^3$ .

Подбор вместимости и геометрического объема гасильных реакторов может быть проведен по номограмме, приведенной на рисунке 5. Геометрические размеры гасильных реакторов подбираются по номограмме, представленной на рисунке 6. Следует стремиться к наименьшему отношению поверхности сосуда к его геометрическому объему.

Запаривание сырца проводится в автоклавах на запарочных вагонетках, вместимостью каждой – 840 шт. усл. кирпича. Вместимость автоклавов:  $2 \times 17 \text{ м} – 15$ ,  $2 \times 19 \text{ м} – 17$  и  $2 \times 40,4 \text{ м} – 33$  запарочные вагонетки.

Длительность цикла запаривания приведена в приложении И.

При использовании накопительных камер длительность цикла запаривания может быть сокращена за счет уменьшения времени загрузки автоклава на 0,75 часа.

Расход пара на запаривание кирпича приведен в приложении К.

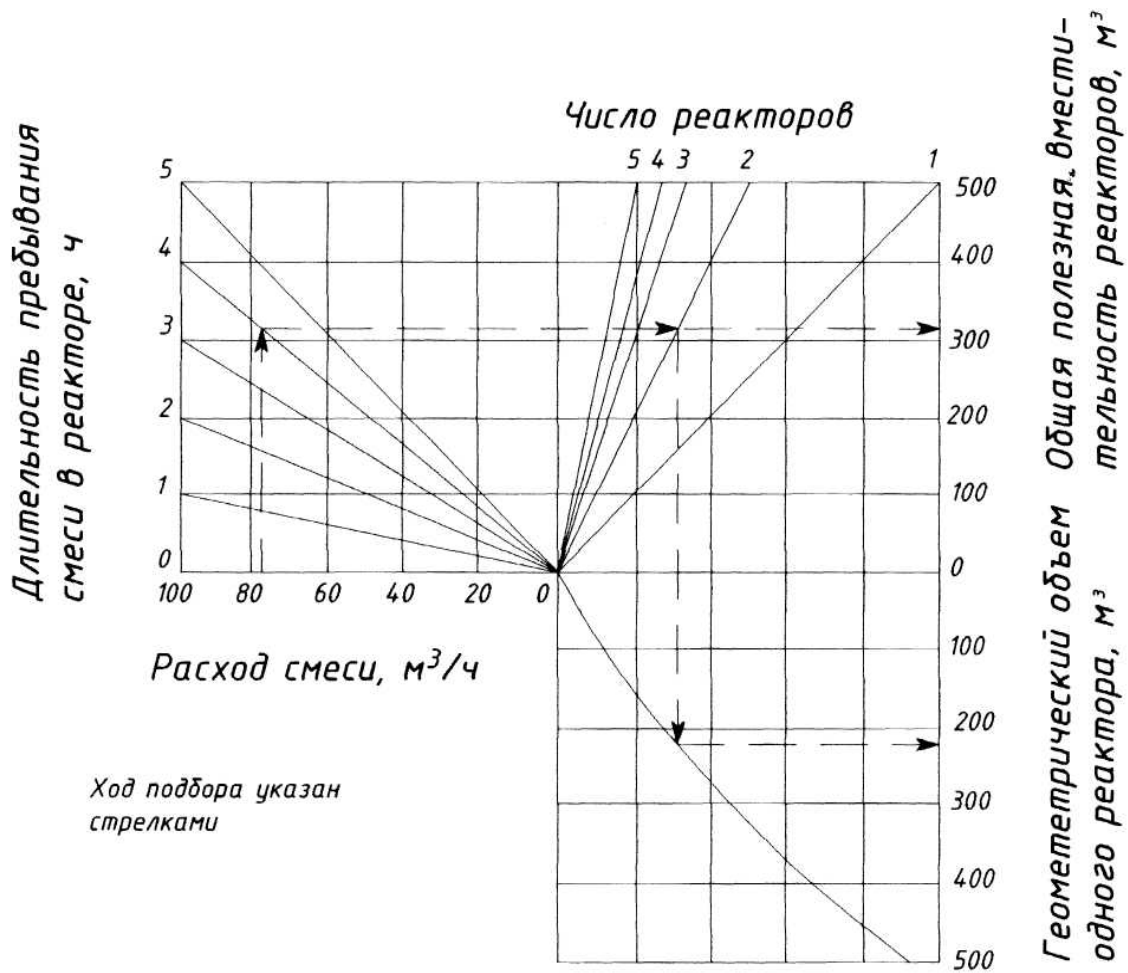
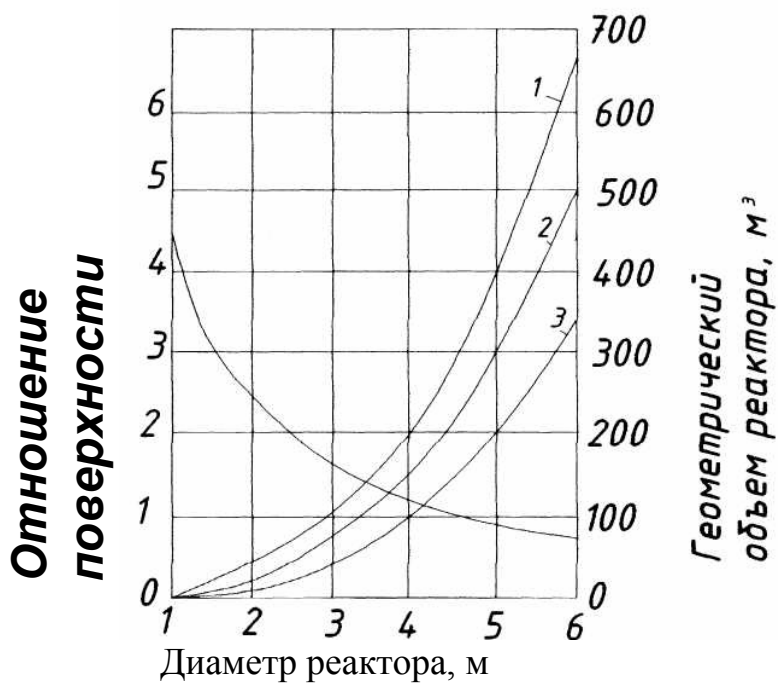


Рисунок 5 – Номограмма подбора вместительности и геометрического объема гасильных реакторов



1 – отношение высоты цилиндра к его диаметру равно 4; 2 – то же, 3; 3 – то же, 4.

Рисунок 6 – Номограмма подбора размеров гасильных реакторов

В качестве помольных агрегатов на силикатных заводах обычно используют шаровые мельницы СМ-1456 и СММ-205.2, производительностью 4 и 13 т/ч соответственно. При использовании мелко-дробленой извести и ПАВ производительность возрастает на 15-20 %.

При расчете количества лопастных смесителей и смесителей-растирателей-гомогенизаторов необходимо учитывать расход формовочной смеси на 1 тыс. шт. усл. кирпича и ее плотность равную 1,4 т/м<sup>3</sup>.

### 3.2.7 Расчет складов и бункеров

Расчет складов и бункеров проводится по той же методике, что и для заводов по производству керамического кирпича.

При стабильной поставке песка его прием и хранение производят в бункерах, объем которых должен обеспечить хранение полуторачасового расхода песка. Но, учитывая возможные перебои в поставке песка из-за неблагоприятных погодных условий, на заводе целесообразно организовать хранение песка в штабеле, рассчитанном на обеспечение бесперебойной работы завода в течение 7-14 суток.

Хранение извести, как собственного производства, так и привозной, осуществляется в силосе. Перед поступлением в силос известь необходимо подвергнуть дроблению сначала в щековой, а затем в молотковой дробилках. Транспортирование дробленой извести осуществляют пневмотранспортом. Силоса должны обеспечить хранение 2-3 суточного запаса извести.

Расчет силоса следует проводить по следующей методике.

Объем силоса, м<sup>3</sup>

$$V_c = \frac{Q_c \cdot t}{K_3 \cdot \gamma_u} \quad (43)$$

где  $Q_c$  - суточная производительность цеха обжига, т;

$t$  - нормативный запас извести, сут.;

$K_3$  - коэффициент использования объема силоса;

$\gamma_u$  - насыпная плотность извести, т/м<sup>3</sup>.

Запас известняка на складе должен обеспечить бесперебойную работу цеха обжига извести в течение 5-7 дней.

Насыпную плотность известняка можно принять в пределах 1,5-1,8, а извести – 1,0-1,2 т/м<sup>3</sup>.

Насыпная плотность песка, т/м<sup>3</sup>: влажного – 1,8; сухого – 1,6.

### 3.2.8 Расчет потребности в электроэнергии

Расчет потребности в электроэнергии при производстве силикатного кирпича проводится по той же методике, что и при изготовлении керамического кирпича и изложен в разделе 2.2.8.

### 3.2.9 Расчет потребности в рабочей силе

Списочная численность производственного персонала завода определяется на основании явочной численности трудящихся и коэффициента подмены при переходе от явочного к списочному составу. Явочная численность основных производственных рабочих устанавливается исходя из принятого режима работы и прочих соображений, и сводится в таблицу 12.

Таблица 12 – Состав работающих

Наименование производственных отделений и основных профессий	Явочное количество рабочих, чел.				Трудозатраты, чел·ч	
	1 смена	2 смена	3 смена	Всего	В сутки	В год

Число подменных рабочих определяется коэффициентом подменности, представляющим собой отношение общего числа рабочих к численности явочного числа, и устанавливается следующим образом.

Годовая занятость каждого рабочего при длительности смены 8 ч составляет 230 дней или 1840 ч. При шестидневной рабочей неделе длительность рабочего дня



равна 7 ч и годовая занятость рабочего равна  $1840:7=263$  дня. Коэффициент подменности при непрерывной рабочей неделе (357 дней в год) составляет  $357:230=1,55$ ; при шестидневной неделе (305 дней в год) –  $305:263=1,16$  и при пятидневной неделе (253 дня в год) –  $253:230=1,1$ .

Количество ИТР и служащих составляет 8-15 % от численности производственных рабочих.

Примерная численность рабочих основного производства приведена в приложении Л.

## 4 Контроль качества продукции и технологического процесса

Контроль должен осуществляться в соответствии с рекомендациями типовых технологических регламентов: ТТР 21-31 – 1-87 [10], ТТР 21-31-21-87 [12], ГОСТ 530-2007 [1], ГОСТ 379-95 [7], ОСТ 21-1-80 [8], ГОСТ 8735-88 [13], ГОСТ 9179-77 [9], ГОСТ 22688-77 [14], ГОСТ 8462-85 [15], ГОСТ 7025-91 [16].

Систематический контроль на всех стадиях технологического процесса способствует повышению качества готовой продукции.

Различают следующие виды контроля по технологическим переделам:

- входной контроль материалов;
- добыча и переработка сырья;
- подготовка добавок;
- формование изделий;
- сушка и обжиг изделий;
- контроль готовой продукции;
- приготовление вяжущего и силикатной смеси.

Организация контроля сводится в таблицу 13.

Таблица 13 - Организация и состав контроля производства

Материал	Контрол. параметр			Место отбора проб	Периодичность контроля	Средства измерения (рекомендуемые)	Максимально допустимая погрешность измерения параметров	Кто контролирует (должность, квалификация)
	Наименование	Пределные значения	Номинальное значение					

## 5 Охрана труда и окружающей среды

Мероприятия по охране труда разрабатываются в соответствии с требованиями ниже перечисленных нормативных документов:

- Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов, Часть 1 - М.: Стройиздат, 1978;

- ОСТ 21.112.0.009-85. «ССБТ в промышленности строительных материалов. Инструкция по охране труда. Содержание, порядок разработки, согласования и утверждения»;

- ОСТ 21.112.27009-85. «ССБТ в промышленности строительных материалов. Оборудование для кирпича и камней керамических. Требования безопасности при эксплуатации»;

- ОСТ 21.112.002-75. «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности»;

- ОСТ 21.112.3.010-84. «ССБТ и ПСМ. Изготовление кирпича и камней силикатных. Требования безопасности»;

- ОСТ 21.112.2.ССБТ ТСП. «Оборудование для производства силикатного кирпича. Требования безопасности при эксплуатации»;

- ГОСТ 12.3.009-76. «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;

- ОСТ 21.112.0.006-84. «Организация контроля за состоянием охраны труда на предприятиях».

Требования по охране окружающей среды отражены в ГОСТ 17.2.3.02-78. «Охрана природы. Атмосфера, правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

Раздел должен включать в себя три части:

1. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения. Описывается схема пылеочистки аспирационного воздуха от пыли.

2. Охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения.

3. Восстановление (рекультивация) земельного участка, использование плодородного слоя почвы, охрана недр и животного мира.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Технические условия. Взамен ГОСТ 530-95, ГОСТ 7484-78. Введ. 2008-03-01. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).
2. ГОСТ 9169-75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. Взамен ГОСТ 9169-59. Введ. 1976-07-01. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).
3. Руководство по проектированию предприятий по производству кирпича и камней керамических. Нормы технологического проектирования – М.: [б.и.], 1986. – 100 с.
4. Рахалин, И.А. Основы проектирования керамических заводов / И.А. Рахалин - М.: Стройиздат, 1973 – 158 с.
5. Технология изделий стеновой и кровельной керамики: учебн. пособие / В.Ф. Завадский, Э.А. Кучерова, Г.И. Стороженко, А.Ю. Паничев. - Новосибирск: НГАСУ, 1998. – 76 с.
6. Надеин, А.А. Механизация и автоматизация транспортных операций на предприятиях строительной керамики: учебн. пособие / А.А. Надеин. – Новосибирск: НГАСУ, 2001 – 160 с.
7. ГОСТ 379-95. Кирпич и камни силикатные. Технические условия. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

8. ОСТ 21-1-80. Песок для производства силикатных изделий автоклавного твердения. – М.: МПСМ, 1980 – 9 с.

9. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. Технические условия. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

10. Типовой технологический регламент на технологический процесс производства силикатного кирпича: ТТР 21-31-1-87, - Таллин: НИПИсиликатобетон, 1987 - 85 с.

11. Техническое перевооружение заводов силикатного кирпича. – М.: ВНИИЭСМ, 1989. - 130 с., ил.

12. Типовой технологический регламент на технологический процесс производства керамических стеновых материалов: ТТР 21-31-21-87, - М.: Росоргтехстром, 1987. - 45 с.

13. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

14. ГОСТ 22688-77. Известь строительная. Методы испытаний. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

15. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения предела прочности при сжатии и изгибе. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

16. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и морозостойкости. [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версия 5.1.1.19 (32 bit) / ООО «Альфа Кодекс» - Электронные данные. – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2008. – Мастер-версия: False. Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант).

## Приложение А (рекомендуемое)

### Технологическая схема производства керамического кирпича способом полусухого прессования

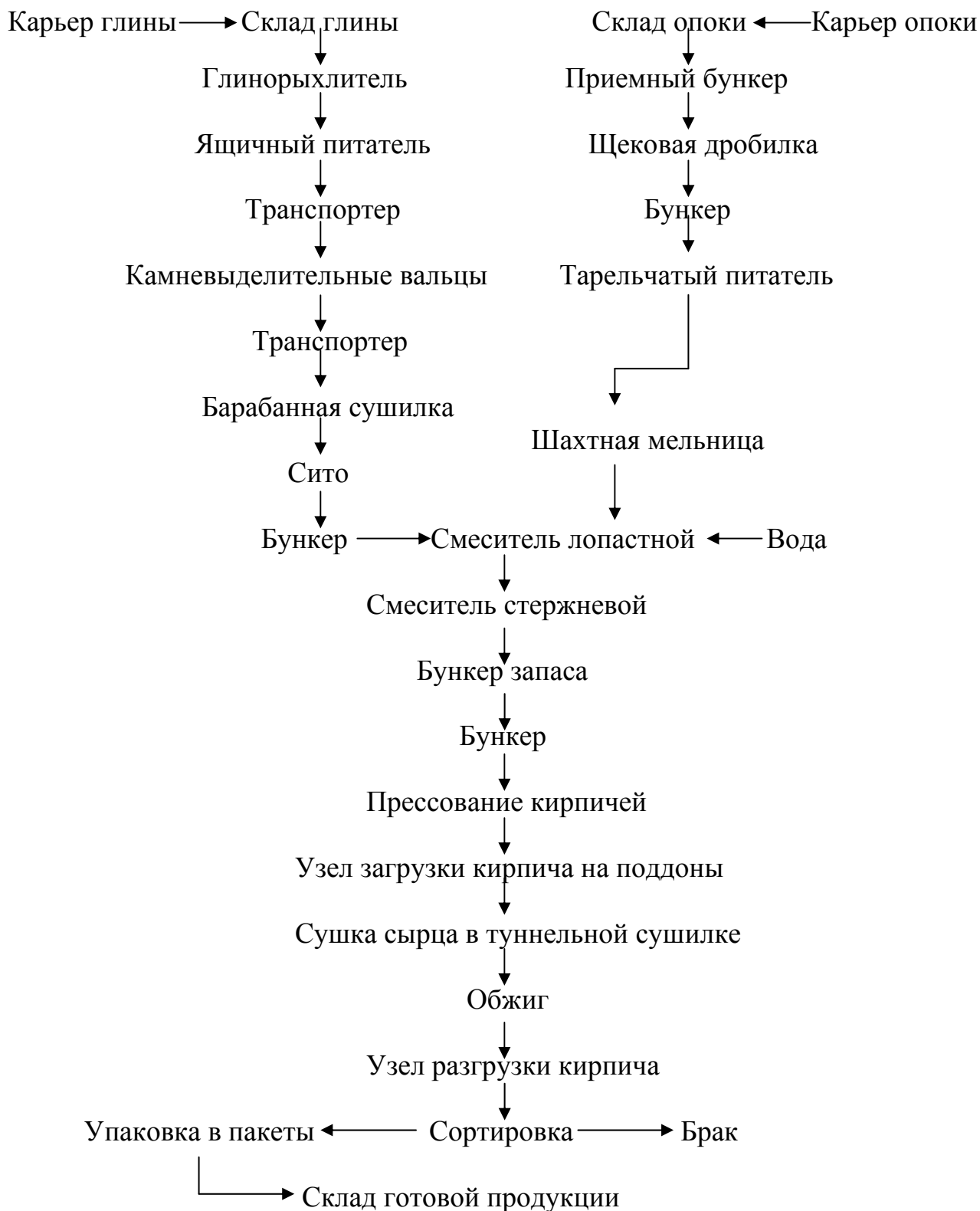


Рисунок А.1 - Технологическая схема производства керамического кирпича

## Приложение Б (рекомендуемое)

**Расчет производственной программы завода по производству  
керамического кирпича производительностью А млн. шт. усл. кирпича в год**

Производительность печей, млн. шт., рассчитывается по формуле

$$A_1 = \frac{A \cdot 100}{100 - X_1}, \quad (\text{Б.1})$$

где  $X_1$  – отходы (брак) при обжиге, %.

Производительность сушилок, млн. шт., рассчитывается по формуле

$$A_2 = \frac{A_1 \cdot 100}{100 - X_2}, \quad (\text{Б.2})$$

где  $X_2$  – брак при сушке, %.

Производительность прессов, млн. шт., рассчитывается по формуле

$$A_3 = \frac{A_2 \cdot 100}{100 - X_3}, \quad (\text{Б.3})$$

или

$$P_1 = A_3 \cdot g = \frac{A_2 \cdot 100}{100 - X_3} \cdot g, \text{ т}, \quad (\text{Б.4})$$

где  $g$  – масса одного сырца, т;  
 $X_3$  – брак при прессовании, %.

Производительность смесителей, т, рассчитывается по формуле

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot 100}{100 - X_4}, \quad (\text{Б.5})$$

где  $X_4$  – потери массы при прессовании, %.



Шихта содержит, %:  $a_1$  глины,  $a_2$  выгорающих и  $a_3$  отошающих добавок.  
 Влажность глины –  $W_1$ , %, влажность шихты перед прессованием –  $W_2$ , %.  
 Расход воды для увлажнения шихты, т, рассчитывается по формуле

$$P_{\text{в}} = \frac{P_2 \cdot W_2}{100} - \frac{a_1 \cdot P_2 \cdot W_1}{100 \cdot 100}, \quad (\text{Б.6})$$

где  $W_1$  – исходная влажность глины, %;  
 $W_2$  – влажность формовочной массы, %.

Масса неувлажненной шихты, загружаемой в смеситель, т, рассчитывается по формуле

$$P_3 = P_2 - P_{\text{в}}, \quad (\text{Б.7})$$

Объем шихты,  $\text{м}^3$ , рассчитывается по формуле

$$V = \frac{P_3}{\gamma_{\text{ш}}}, \quad (\text{Б.8})$$

где  $\gamma_{\text{ш}}$  – насыпная плотность шихты,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$$\gamma_{\text{ш}} = \frac{a_1 \cdot \gamma_1 + a_2 \cdot \gamma_2 + a_3 \cdot \gamma_3}{100}, \quad (\text{Б.9})$$

где  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  – насыпные плотности,  $\text{т}/\text{м}^3$ , глины, выгорающих и отошающих добавок, соответственно.

$\alpha_1, \alpha_2$  и  $\alpha_3$  – объемные доли этих компонентов, %, соответственно.

Производительность дозаторов,  $\text{м}^3$  в год, рассчитывается по формулам:

глины:

$$V_1 = \frac{V \cdot a_1}{100}, \quad (\text{Б.10})$$

выгорающих добавок:

$$V_2 = \frac{V \cdot a_2}{100}, \quad (\text{Б.11})$$

отощающих добавок:

$$V_3 = \frac{V \cdot a_3}{100}. \quad (\text{Б.12})$$

Годовая потребность завода в глине,  $\text{м}^3$ , рассчитывается по формуле

$$V_4 = \frac{V_1 \cdot 100}{100 - X_5}, \quad (\text{Б.13})$$

где  $X_5$  – потери глины при дроблении и транспортировании, %.

Расход глины,  $\text{м}^3$ , на 1000 шт. усл. кирпича рассчитывается по формуле

$$g_1 = \frac{V_4}{A}, \quad (\text{Б.14})$$

где  $A$  – производительность завода, тыс. шт. усл. кирпича.

Подобным образом с учетом потерь рассчитывают потребность в отощающих и выгорающих добавках.

## Приложение В (рекомендуемое)

### Теплотехническое оборудование заводов по производству керамических стеновых материалов

Технические характеристики сушильных вагонеток приведены в таблице В.1, а обжиговых в таблицах В.2 и В.3.

Таблица В.1 – Технические характеристики сушильных вагонеток

Параметры	Марка вагонетки				
	СМК-46А	ВС-1-6	СМК-393	ВКС-5А	СМК-110А
Тип вагонетки	Каркасная			Консольная	
Вместимость по кирпичу, шт.	252	240	1560	200	240; 360
Число полок	7	6	26 (13x2)	5	6
Шаг полок, мм	230	-	200	240	230; 240; 260
Колея, мм	750	750	-	750	750
База скатов, мм	750	750	1682	750	750
Габаритные размеры, мм:					
- длина	1300	1300	4153	1400	1300
- ширина	1017	1100	2020	1110	830
- высота	1340	1215	3893	1260	1520
Масса, т	0,18	0,17	3,645	0,189	0,22-0,23
Грузоподъемность, т	-	-	12,5	-	-

Таблица В.2 – Технические характеристики обжиговых вагонеток

Параметры	Марка вагонетки				
	3x3 м	3x3,1 м	СМК-115	СМК-168а	СМК-267А
Грузоподъемность, т	14	25	14	18	17
Вместимость по кирпичу, шт.	3000	4000	3000	3900	3920
Ширина колеи, мм	1524	1520	1524	1524	1524
База скатов, мм	1600	1700	1600	1600	1600
Диаметр колеса, мм	500	950	500	-	-
Габаритные размеры (без футеровки), мм,:					
- длина	3000	3000	3000	3054	3015
- ширина	3000	3100	3000	3000	2980
- высота	860	1205	860	710	710
Масса (без футеровки), т	2,2	5,03	2,27	2,055	2,15

Таблица В.3 – Технические характеристики обжиговых вагонеток

Параметры	Марка вагонетки		
	СМК-229	СМК-392	СМК-477
Вместимость по кирпичу, шт.	2520	12672	3840
Число пакетов на вагонетке, шт.	-	-	8
Размеры пакета, м	-	-	1x1
Грузоподъемность, т	25	50	-
Размер пода, м	-	4,2x7,0	2,8x4,7
Ширина колеи, мм	2500	-	-
Габаритные размеры, мм:			
- длина	3600	4198	
- ширина	4000	6882	
- высота	745	455	
Масса, т	4,6	3,26	

## Приложение Г (рекомендуемое)

### Примерная явочная численность рабочих основного производства завода по производству керамического кирпича

Таблица Г.1 – Примерная явочная численность рабочих основного производства

Наименование профессий	Кол-во дней в году	Завод производительностью 75 млн. шт. усл. кирпича в год с одной технологич. линией			Завод производительностью 30 млн. шт. усл. кирпича в год с одной технологич. линией			Завод производительностью 60 млн. шт. усл. кирпича в год с двумя технологич. линиями		
		рабочие смены			рабочие смены			рабочие смены		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Производственный корпус</b>										
<b>1 Приемное отделение</b>										
Оператор глинорыхлителей	305	-	-	-	1	1	-	1	1	-
<b>Итого:</b>		-	-	-	1	1	-	1	1	-
<b>2 Подготовит. отделение</b>										
Оператор отделения	305	1	1	-	1	1	-	1	1	-
<b>Итого:</b>		1	1	-	1	1	-	1	1	-
<b>3 Формовочно-перегрузочное отделение</b>										
Оператор центрального пульта	305	1	1	-	-	-	-	-	-	
Оператор прессы, автомата-укладчика и транспортной автоматики	305	2	2	-	2	2	-	4	4	-

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оператор автомата-садчика	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
Браковщик	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
<b>Итого:</b>		5	5	-	4	4	-	8	8	-
4 Отделения сушки и обжига										
Оператор сушил	365	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оператор печей	365	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Итого:</b>		2	2	2	2	2	2	2	2	2
5 Отделение пакетирования готовой продукции										
Оператор автомата-разгрузчика	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
Оператор автомата-пакетировщика	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
Помощник оператора	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
<b>Итого:</b>		3	3	-	3	3	-	6	6	-
6 Рабочие по техническому обслуживанию										
Наладчик оборудования	305	2	2	-	2	2	-	4	4	-
Дежурный электрик	365	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Техник по ремонту КИП и А	365	1	1	-	1	1	-	1	1	-

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Техник по ремонту вентиляционного и сантехнического оборудования	365	1	1	-	1	-	-	1	1	
Техник по обслуживанию газового (мазутного) хозяйства	365	1	1	-	1	1	-	1	1	-
<b>Итого:</b>		6	6	1	6	5	1	8	8	1
7 Вспомогательные рабочие										
Рабочий по ремонту футеровки печных вагонеток	305	2	1	-	1	1	-	2	1	-
Рабочий по обслуживанию транспортерных систем	305	2	2	-	1	1	-	2	2	-
Рабочий по уборке помещений	305	2	2	-	1	1	-	2	2	-
<b>Итого:</b>		6	5	-	3	3	-	6	5	-
8 Склад готовой продукции										
Крановщик	305	2	2	-	1	1	-	2	2	-
Строповщик	305	4	4	-	2	2	-	4	4	-
Водитель погрузчика	305	2	2	-	1	1	-	2	2	-
Рабочий по подаче поддонов	305	1	1	-	1	1	-	2	2	-
<b>Итого:</b>		9	9	-	5	5	-	10	10	-

## Приложение Д (рекомендуемое)

### Технологическая схема производства силикатного кирпича

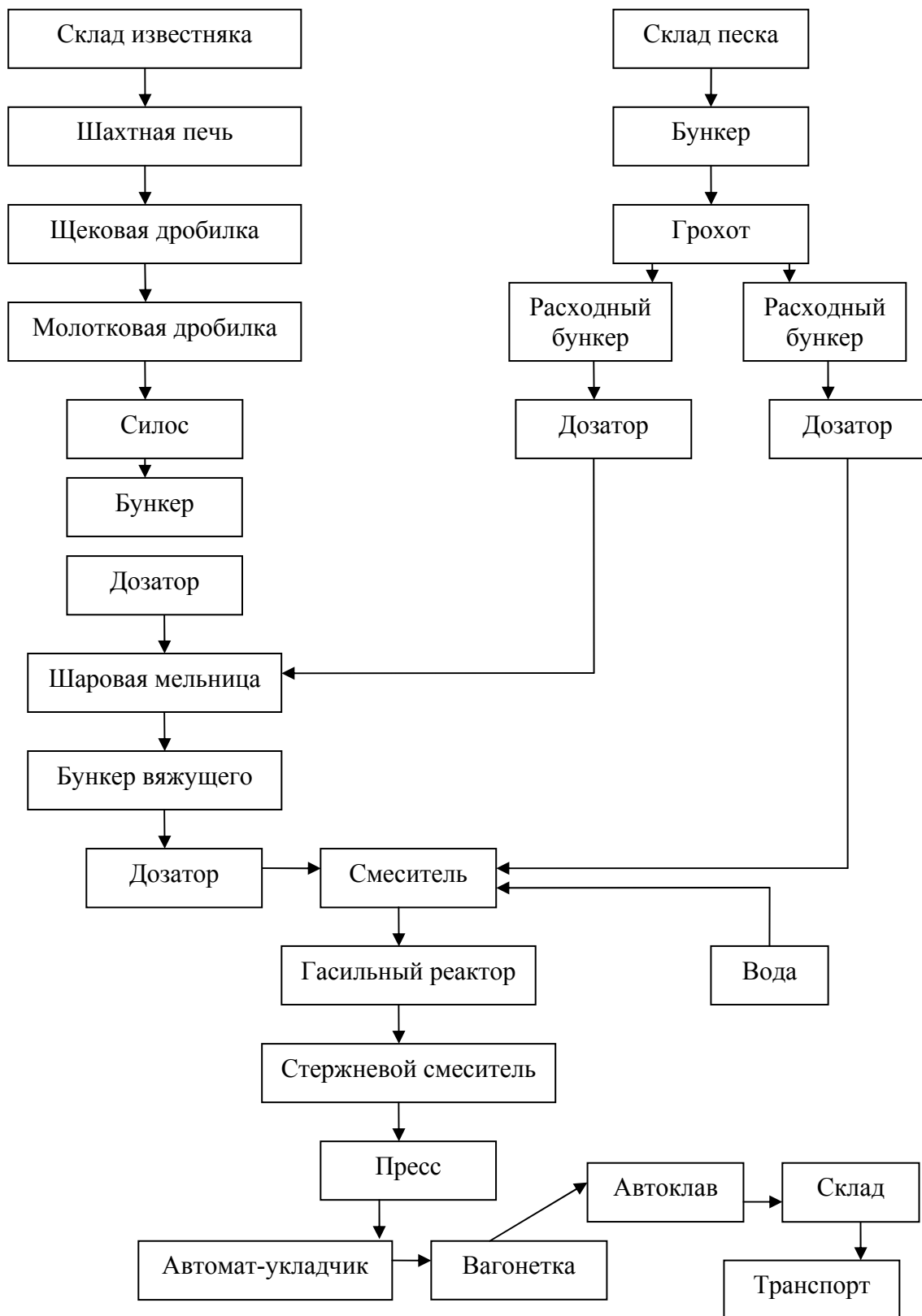


Рисунок Д.1 - Технологическая схема



## Приложение Е (рекомендуемое)

### Пример расчета производственной программы завода по производству силикатного кирпича

Исходные данные.

Годовая производительность завода – 100 млн. шт. условного кирпича.

Ассортимент продукции: 70 % камни силикатные пустотностью 25 % и 30 % полнотелый одинарный кирпич, в том числе 3 % цветной.

Режим работы завода: 253 рабочих дня по пятидневной рабочей неделе, 2-3 смены.

В качестве формовочных агрегатов принимают комплексы СМС - 270.

Выбирают двухсменный режим работы формовочного оборудования. Тогда по таблице 9 устанавливают, что коэффициент его использования  $K_{II}$  равен 0,82, а годовой фонд рабочего времени, ч, рассчитывается по формуле

$$T_p = T_r \cdot K_{II} = N \cdot n \cdot t \cdot K_{II} = 253 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,82 = 3319, \quad (E.1)$$

где  $T_r$  – календарный фонд времени работы формовочного отделения, ч;

$K_{II}$  – коэффициент использования формовочных комплексов;

$N$  – количество рабочих дней;

$n$  – количество рабочих смен в сутки;

$t$  – длительность смены, ч.

Годовая производительность 1 пресса, тыс. шт. усл. кирпича, рассчитывается по формуле

$$Q = П \cdot T_p \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (E.2)$$

где  $П$  – паспортная производительность пресса, тыс. шт. усл. кирпича в ч;

$K_1$  – коэффициент выхода годной продукции из пресса;

$K_2$  – коэффициент выхода годной продукции из автоклава;

$T_p$  – годовой фонд рабочего времени, ч.

Паспортная производительность пресса СМС-270 при формовании камней составляет 5,4 тыс. шт., а при формовании одинарного кирпича – 4,8 тыс. шт.

Таким образом, при формовании камней производительность пресса, тыс. шт. усл. кирпича, равна

$$Q_1 = П \cdot T_p \cdot K_1 \cdot K_2 = 5,4 \cdot 3319 \cdot 0,97 \cdot 0,985 = 17124.$$

При формовании кирпича производительность пресса, тыс. шт. усл. кирпича, равна

$$Q_2 = П \cdot T_p \cdot K_1 \cdot K_2 = 4,8 \cdot 3319 \cdot 0,985 \cdot 0,985 = 15457.$$

Для обеспечения годовой программы по камням необходимо установить  $n_1$  прессов, количество которых рассчитывается по формуле

$$n_1 = \frac{Q_{г\ кам}}{Q_1} = \frac{70 \cdot 100000}{100 \cdot 17124} = 4,09 \approx 4, \quad (E.3)$$

а для обеспечения годовой программы по кирпичу -  $n_2$  прессов, количество которых рассчитывается по формуле

$$n_2 = \frac{Q_{г\ кирп}}{Q_2} = \frac{30 \cdot 100000}{100 \cdot 15650} = 1,92 \approx 2. \quad (E.4)$$

где  $Q_{г\ кам}$  и  $Q_{г\ кирп}$  – годовая программа завода по камням и кирпичу.

Принимаем марку камней равной 100. По рисунку 2 находим удельный расход вяжущего для камней М 100 при 25 % пустотности.  $\rho = 410$  кг/тыс. шт. усл. кирпича.

Соотношение между марками пустотелого кирпича и сплошного определяем по номограмме, представленной на рисунке 1. Для 25 % пустот оно равно 0,6. Таким образом, прочность сплошного кирпича, кг/см<sup>2</sup>, равна

$$R_{сж} = \frac{100}{0,6} = 166 \quad (E.5)$$

Принимаем марку кирпича равной 150. Удельный расход вяжущего для кирпича М 150 равен:  $\text{Ц}=520$  кг/тыс.шт. усл. кирпича.

Принимаем песок с насыпной плотностью равной  $1300$  кг/м<sup>3</sup>. Так как  $\text{Ив} = \text{Ц}/2=205$  кг/тыс. шт., то расход песка на 1 тыс. шт. усл. кирпича составляет:

- для камней -  $1,93$  м<sup>3</sup>;
- для кирпича -  $2,58$  м<sup>3</sup>.

Тогда годовой расход вяжущего, т, составляет:

- на выпуск камней

$$P_{\text{вяж}1} = \frac{70000 \cdot 410}{0,985 \cdot 0,97} = 30038, \quad (\text{E.6})$$

- на выпуск сплошного кирпича

$$P_{\text{вяж}2} = \frac{30000 \cdot 520}{0,985 \cdot 0,985} = 16079. \quad (\text{E.7})$$

Всего

$$P_{\text{вяж}} = P_{\text{вяж}1} + P_{\text{вяж}2} = 30038 + 16079 = 46117 \text{ т.} \quad (\text{E.8})$$

В том числе извести, т

$$P_{\text{изв}} = 0,5 \cdot P_{\text{вяж}} = 0,5 \cdot 46117 = 23058. \quad (\text{E.9})$$

С учетом 4 % потерь расход вяжущего, т, составляет

$$P'_{\text{вяж}} = P_{\text{вяж}} \cdot 1,04 = 46117 \cdot 1,04 = 47962. \quad (\text{E.10})$$

В том числе извести, т

$$P_{\text{изв}} = 0,5 \cdot P'_{\text{вяж}} = 23981. \quad (\text{E.11})$$

Расход рыхлого песка, м<sup>3</sup> в год, составляет

$$P_{пес} = \frac{1,93 \cdot Q_{г\ кам}}{K_1 \cdot K_2} + \frac{2,58 \cdot Q_{г\ кирп}}{K_1 \cdot K_2} = \frac{1,93 \cdot 70000}{0,97 \cdot 0,985} + \frac{2,58 \cdot 30000}{0,985 \cdot 0,985} = 221174. \quad (E.12)$$

Расход песка, м<sup>3</sup> в год, с учетом 2 % потерь рассчитывается по формуле

$$P'_{пес} = P_{пес} \cdot 1,02 = 221174 \cdot 1,02 = 225597. \quad (E.13)$$

Расход пигмента принимаем из условия получения кирпича зеленого цвета слабого тона. В качестве пигмента принимаем оксид хрома. Расход пигмента составляет 25 кг на 1 тыс. шт. усл. кирпича.

Годовой выпуск цветного кирпича, тыс. шт. усл. кирпича, рассчитывается по формуле

$$Q_{г\ цв} = \frac{n \cdot Q_{г}}{100 \cdot K_1 \cdot K_2} = \frac{3,0 \cdot 100000}{100 \cdot 0,985 \cdot 0,985} = 3092,1, \quad (E.14)$$

где  $n$  – доля цветного кирпича в годовом выпуске изделий, %;

$Q_{г}$  – проектная годовая производительность завода, тыс. шт. усл. кирпича;

$K_1$  - коэффициент выхода годной продукции из пресса;

$K_2$  - коэффициент выхода годной продукции из автоклава.

Расход пигмента, т, с учетом 4 % потерь составит в год

$$Q_{пиг} = 1,04 \cdot 25 \cdot 3092 = 80392 \text{ кг} = 80,4 \quad (E.15)$$

Расход воды, т, на годовой выпуск изделий рассчитывается по формуле

$$P_{воды} = (\rho_{пес} \cdot P'_{пес} + P'_{вяж} + Q_{пиг}) \cdot 0,04 = (1,3 \cdot 225597 + 47962 + 80,4) \cdot 0,04 = 13653$$

где  $\rho_{пес}$  - насыпная плотность песка, т/м<sup>3</sup>.

Результаты расчета основных компонентов сводятся в таблицу Е.1.

При расчете расхода сырья в 1 ч и последующем подборе смесеприготовительного, формовочного и запарочного оборудования по часовым расходам сырья и полуфабрикатов следует учитывать коэффициент неравномерности их потребления, который принимают равным 1,15. Для расчета суточных расходов материалов коэффициент неравномерности можно принять равным 1,05.

Таблица Е.1 - Расход материалов на производство кирпича и камней

Наименование	Ед. изм.	Расход материалов				Годовой
		Часовой		Суточный		
		Средний	Макс.	Средний	Макс.	
Вяжущее,	т	14,81	17,03	189,57	199,05	47962
в т. ч. известь	т	7,40	8,51	94,79	99,53	23981
Рыхлый песок	м <sup>3</sup>	69,66	80,11	891,69	936,27	225597
То же	т	90,56	104,14	1159,19	1217,1	293276
Пигмент	т	0,0248	0,026	0,318	0,334	80,4
Вода для увлажнения	т	4,21	4,84	53,96	56,66	13653
Формовочная смесь	т	109,61	126,05	1403,05	1473,2	354971,4
То же	м <sup>3</sup>	78,29	90,03	1002,18	1052,3	253551

Примечание - Расчет расхода материалов ведется по режиму работы формовочного отделения.

## Приложение Ж (рекомендуемое)

### Технические характеристики прессового оборудования

Таблица Ж.1 - Технические характеристики прессового оборудования

Показатели	Вид прессов				
	Механические			Механические с гидравликой	Гидравлические
	СМ-816	И-08	СМС-270	РА - 550	СМС - 296
1	2	3	4	5	6
Стол пресса	Револьверный		Неподвиж.	Челночный	Челночный
Формовочная система	рычажная		колено-рычажная		гидравлическая
Число одновре- менно формуемых изделий:					
- камней	-	2	5	5	10
- полнотелого кирпича	2	4	9	8- 14	16
Часовая паспорт- ная производи- тельность, шт. усл. кирпича	$\frac{3070}{4100^{***}}$	$\frac{4800^{**}}{5080}$	$\frac{4800}{5400}$	$\frac{5190}{4520}$	$\frac{5760}{7200}$
Характер и дли- тельность приложения нагрузки, с	одностороннее		двухсто- роннее	одностороннее с подпрес- совкой	одностороннее
	0,8	1,3	1,75	2,2	6-9
В том числе выдержка под максимальным давлением, с	0,0	0,6	1,1	1,2	3

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6
Удельный расход* энергии на 1 тыс. шт. усл. кирпича, кВт/ч	11,4	$\frac{9^{**}}{8,5}$	$\frac{7,3}{6,5}$	$\frac{6,9}{8,3}$	$\frac{10,4}{7,9}$
Удельная масса* на 1 тыс. шт. усл. кирпича, т	7,2	$\frac{5^{**}}{4,7}$	$\frac{7,2}{6,4}$	$\frac{9,2}{11,1}$	$\frac{9,6}{7,2}$
Пригоден для формования смесей с $M_{кр}$	Более 1	Более 1	Более 0,7	Более 0,7	Более и менее 0,7

Примечания:

1 \* - пресс без укладчика и других агрегатов;

2 \*\* - над чертой для одинарного кирпича, под чертой - для камней;

3 \*\*\* - утолщенный пустотелый кирпич.

## Приложение И (рекомендуемое)

### Режимы работы автоклавов при запаривании различных видов силикатных изделий под разным давлением

Таблица И.1 – Режимы работы автоклавов

Наименование операций	Длительность операций, ч			
	Полнотельный и облегченный кирпич		Камни и полнотельный кирпич	Камни и многопустотный кирпич
	0,8 МПа	1,2 МПа	1,6 МПа	1,2 МПа
Загрузка сырцом	1	1	0,25*	1
Закрывание крышек	0,2	0,2	0,15**	0,15**
Подъем давления:				
- без перепуска	1,1	1,15	1,5	1,15
- с перепуском	1,3	1,4	1,6	1,4
Выдержка под полным давлением	6	5	4	4,5
Выпуск пара:				
- без перепуска	0,8	0,9	1,1	1
- с перепуском	1,1	1,1	1,3	1,1
Открывание крышек	0,2	0,2	0,15**	0,15**
Выгрузка кирпича	0,25	0,25	0,25	0,25
Чистка автоклава	0,15	0,15	0,3***	0,15
Общая длительность одного цикла:				
- без перепуска	9,7	8,75	7,7	8,35
- с перепуском	10,2	9,2	8	8,7

Примечания:

- 1 \* - загрузка производится из накопительных камер;
- 2 \* \* - автоклавы с гидравлическим приводом затворов крышек;
- 3 \*\*\* - длина автоклава 40,4 м.



## Приложение К (рекомендуемое)

### Удельный расход пара

Таблица К.1 - Удельный расход пара на 1 тыс. шт. условного кирпича, кг

Автоклавы					
2 x 19 м			2 x 40,4 м		2 x 21 м
Полнотелый кирпич		Утолщенный кирпич с 10 % пустотностью		Камни с 24 % пустотностью	Камни с 30 % пустотностью
0,8 МПа	1,2 МПа	0,8 МПа	1,2 МПа	1,6 МПа	1,2 МПа
425	470	Без перепуска		435	380
		400	440		
335	350	С перепуском		335	300
		320	335		

**Приложение Л**  
**(рекомендуемое)**

**Примерная численность рабочих основных профессий  
завода силикатного кирпича**

Таблица Л.1 - Примерная численность рабочих основных профессий завода силикатного кирпича, построенного по типовому проекту индекс «720»

Цех или отделение	Профессия	Число смен	В одну смену	Всего при работе		
				253 сут., 2 смены	253 сут., 3 смены,	305 сут., 3 смены
1	2	3	4	5	6	7
Карьер песка	Экскаваторщик	2/3	2	4	6	6
	Рабочий вскрыши	2	1	2	2	2
	Водитель самосвала	2/3	6	12	18	18
	Слесарь	2	1	2	2	2
Прием песка	Оператор решеток	2/3	1	2	3	3
	Оператор питателей и грохотов	2/3	1	2	3	3
Прием и складирование извести	Разгрузчик вагонов	1	4	4	6	6
	Рабочий склада	2/3	1	2	3	3
Помольное	Мельник	2/3	1	2	3	3
	Дробильщик	2/3	1	2	3	3
Смесеприготовит.	Гасильщик	2/3	1	2	3	3
Формовочное	Оператор прессов*	2/3	5	10	15	15
	Наладчик	2/3	4	8	12	12

Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4	5	6	7
Запарочное	Подвозчик сырца	3	2	6	6	6
	Запарщик	3	1	3	3	3
Склад кирпича	Лебедчик	3	1	3	3	3
	Рабочий по очистке и доставке порожняка	2/3	2	4	6	6
Котельная	Кочегар	3	2	6	6	6
	Оператор водоочистки	3	1	3	3	3
	Слесарь арматуры	1	1	1	1	1
Механический	Станочники	2	10	20	20	20
	Ремонтники	2	10	20	20	20
	Слесари дежурные	2/3	7	14	21	21
Электроцех	Ремонтники	2	6	12	12	12
	Монтеры дежурные	3	2	6	6	6
Автоматики и КИП	Наладчики	2/3	2	4	4	4
	Ремонтники	2	2	4	4	4
Итого			78	160	194	194
Подменные				16	19	31
Всего			78	176	213	225

Примечание - Один оператор обслуживает 2 прессы.