

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт открытого и дистанционного образования  
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ К.М. Виноградов  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Модернизация технологической линии силикатного кирпича

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.02.2021.685.00. 000ПЗ ВКР

Руководитель работы, к.т.н.  
доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
\_\_\_\_\_ 2021г.

Автор работы  
студент группы ДО – 506  
\_\_\_\_\_ Е.Н. Конев  
\_\_\_\_\_ 2021г.

Нормоконтролер,  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ О.С. Микерина  
\_\_\_\_\_ 2021г.

Челябинск  
2021

## АННОТАЦИЯ

Конев Е.Н. Модернизация технологической линии керамического кирпича - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 60 с., 14 ил., библиографический список – 24 наименования, 7 листа чертежей ф.А1

### КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ, ТУНЕЛЬНОЙ ПЕЧИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, МОНТАЖ

Целью работы является модернизация технологической линии керамического кирпича с целью повышения эффективности производства за счет модернизации газовых горелок туннельной печи.

Задачи работы: технико-экономическое обоснование реконструкции предприятия; аналитический обзор технологии получения данного вида продукции и выбор способа производства; технологические расчеты; разработка мероприятий по охране труда и безопасности жизнедеятельности; оценка срока окупаемости инвестиций.

5.03.02.2021.00685.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Конев Е.Н.			Модернизация технологической линии керамического кирпича	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Бояндина Т.В.					4	61
Реценз.						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» ИОДО		
Н. Контр.		Микерина О.С.				каф. «ТТС», гр. ДО-506		
Утверд.		Виноградов К.М.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА .....	5
1.1 Общая технология керамических изделий .....	5
1.2 Подбор оборудования .....	10
1.3 Применяемое сырье, его характеристика .....	12
2 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ .....	15
2.1 План по модернизации .....	15
3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ .....	16
3.1 Выбор и описание технологической схемы производства .....	16
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ .....	20
4.1 Расчет производительности проектируемого предприятия .....	20
4.2 Расчет и подбор оборудования .....	23
4.3 Расчет складов сырья и готовой продукции .....	25
5 МЕХАНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ .....	29
5.1 Расчет модернизируемого оборудования .....	29
5.1.1 Расчет туннельной печи .....	29
5.1.2 Аэродинамический расчет туннельной печи .....	30
5.1.3 Расчеты и обоснование по газовым горелкам при модернизации .....	33
5.1.4 Выбор газовых горелок для модернизированной туннельной печи .....	35
6 ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ ЭЛЕМЕНТОВ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ .....	38
6.1 Технологическая карта на монтаж кладки туннельной печи .....	38
6.2 Технологическая карта на монтаж газовой горелки .....	40
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ И КИП .....	42
8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....	46
8.1 Мероприятия по охране труда .....	46
8.2 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности .....	47
8.3 Расчет количества пыли от работы основного оборудования .....	49
9 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА .....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	60

## ВВЕДЕНИЕ

На 2021 год в соответствии с планом организационно – технических мероприятий предусмотрена реализация 2-ух мероприятий, направленных на максимально эффективное использование действующих производственных мощностей и снижение энергоемкости производства и выпускаемой продукции.

Реализация таких мероприятий технического перевооружения как модернизация туннельной печи позволит в течение 2021 года вывести на проектную мощность введенную в эксплуатацию новую современную линию с высокотехнологичным оборудованием и энергосберегающей технологией и снизить потребление топливно-энергетических ресурсов и снизить энергоемкость производства стеновых керамических изделий.

Целью работы является модернизация линии керамического кирпича в том числе за счет модернизации туннельной печи.

Задачи работы: технико-экономическое обоснование реконструкции предприятия; аналитический обзор технологии получения данного вида продукции и выбор способа производства; технологические расчеты; разработка мероприятий по охране труда и безопасности жизнедеятельности; разработка мероприятий по охране окружающей среды; оценка срока окупаемости инвестиций.

# 1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

## 1.1 Общая технология керамических изделий

Полусухой способ подготовки массы заключается в грубом измельчении исходного сырья, его подсушивании, тонком измельчении, отсеве крупных включений, смешивании его с добавками и увлажнении (схема 1).

Количество и последовательность технологических переделов могут изменяться в зависимости от состава исходного сырья и эффективности применяемого оборудования.

Схема полусухого (сушильно-помольного) способа подготовки формовочной



Рисунок 1.3 - Схема 1

Технологическое оборудование для подготовки полусухим способом представлено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Технологическое оборудование подготовки формовочных масс полусухим методом

Наименование оборудования
Приемный бункер
Камневыделительные вальцы
Конвейер
Сушильный барабан
Конвейер
Дробилка, мельница, дезинтегратор
Грохот, сито-бурат
Конвейер, металлоуловитель
Смеситель, растиратель-смеситель
Грохот
Промежуточный бункер
Пресс-мешалка
Пресс полусухого прессования

Схема технологической линии подготовки полусухим методом с использованием дробилки приведена на рисунке 1.4.

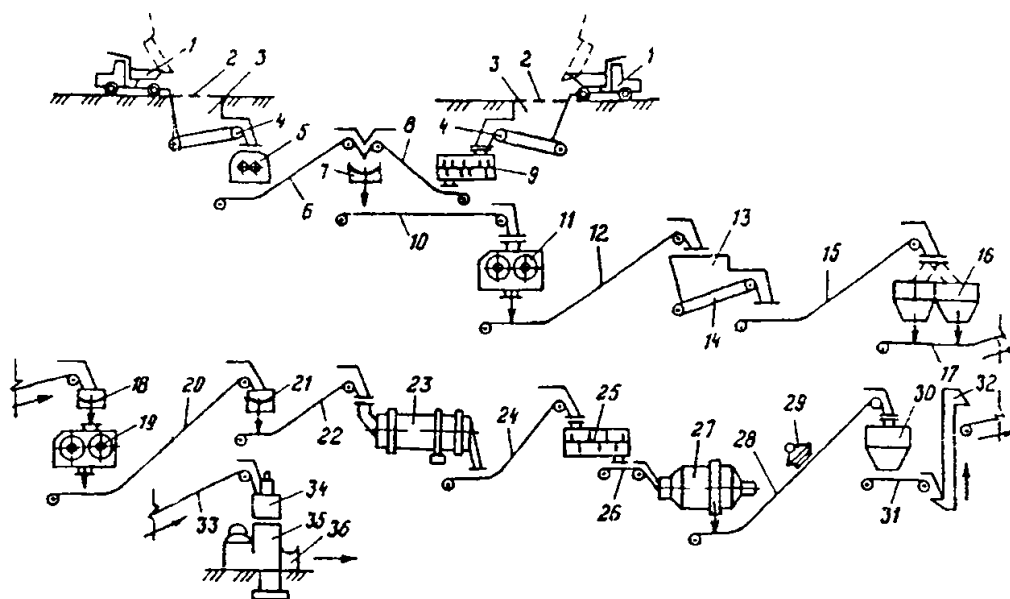


Рисунок 1.4 – Схема технологической линии с применением полусухого способа с применением дробилки: 1 – самосвал; 2 – решетка; 3 – бункер; 4, 14 – питатель; 5 - дробилка; 6 – 8, 10, 12, 15, 17, 18, 20-22, 24, 26, 28, 31, 33 – конвейер; 9 – рыхлитель глины; 11, 19 – вальцы выделения камней; 13, 16, 30 – бункер; 23 – сушилка; 25 – смеситель; 27 – смеситель растиратель; 29 – уловитель металла; 32 – элеватор; 34 – мешалка; 35 – пресс; 36 – укладчик

Кирпич получают прессованием и ленточным формованием.

Способы формования керамических строительных изделий, их достоинства и недостатки, а также некоторые моменты технологии приведены в таблице 1.4.


Таблица 1.4 – Способы формования кирпича

	Пластичное формование	Жесткое формование	Полусухое прессование	Сухое прессование
Виды готовых изделий	Полнотелые и пустотные кирпичи, камни	Полнотелые и пустотные кирпичи и камни	Кирпичи	Клинкерные кирпичи
Достоинства	Непрерывность процесса, простота и доступность осуществления, высокая производительность	Непродолжительная сушка, низкая усадка	Возможность использования малопластичных глин, стабильность геометрических размеров, совмещение процесса сушки и обжига	
Недостатки	Долговременная сушка, значительная усадка	Значительная энергоемкость формования и подготовки, значительные требования к качеству	Сложность прессующего оборудования, повышенная температура обжига, разноплотность по высоте изделия, высокое давление прессования	
Оборудование	Ленточный шнековый пресс	Шнековый пресс	Пресс гидравлический, колено-рычажный пресс	Гидравлический пресс
Формовочная масса	Пластичная, влажность 18 – 26%	Пластичная, влажность 12 – 16%	Порошок, влажность 7 – 12%	Порошок, влажность 2 – 8%
Прочность сырца.	0,2 – 0,4	0,5 – 1,5		
Плотность черепка, г/см <sup>3</sup>	1,70 – 1,80	1,80 – 1,90	1,80 – 1,90	1,90 – 2,10

Для обеспечения циркуляции теплоносителя при сушке и обжиге теплоноситель подают через ротационные миксеры на полу сушил (рисунок 1.10).

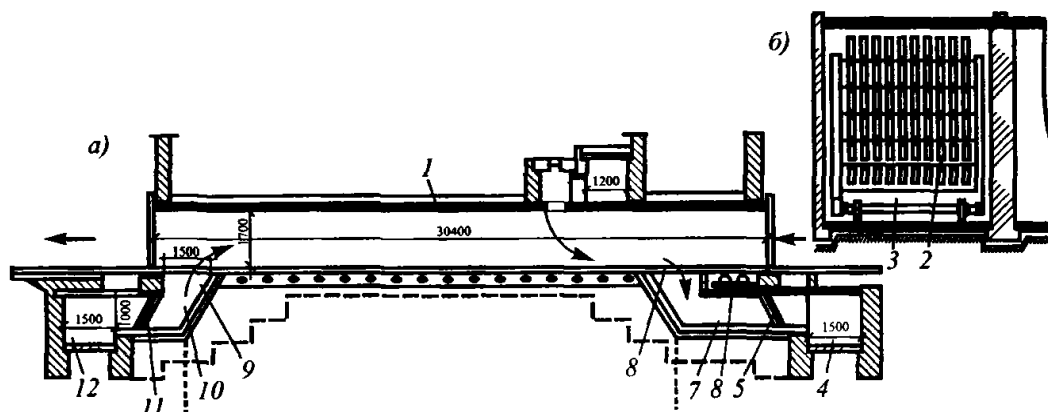


Рисунок 1.9 –Тоннельная сушилка для кирпича: а –разрез; б –разрез: 1 – тоннель;






Таблица 1.6 – Техническая характеристика печи производительностью 15 млн шт. усл. кирп. в год со съёмным сводом

Основные показатели	Значение
Производительность, млн. шт. усл. кирп. в год	15
Длина печи, м	61
Ширина печи, м	15
Высота печи, м	3,6
Температура средняя, °С	1000
Температура сушки средняя, °С	90
Размер пакета кирпича, м	1,6×0,8×1,6
Время цикла, ч	5

Замена арочного свода на съёмный плоский из легковесных высокотемпературных материалов при реконструкции приведен на рисунке 1.11.

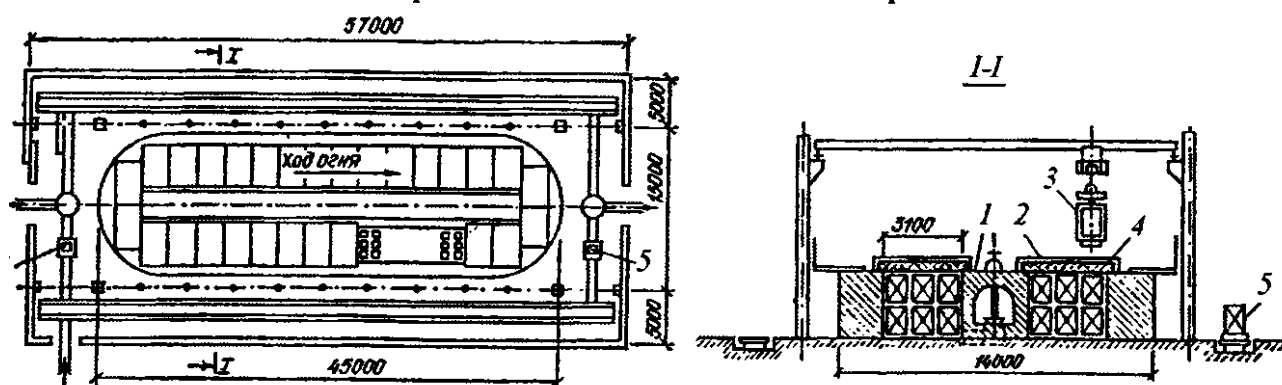


Рисунок 1.11– Схема реконструкции кольцевой печи: 1 – печь; 2 – панель перекрытия; 3 – захват пакетов; 4 – пакеты; 5 – сырцовые пакеты

Колпаковая экспериментальная циркуляционная печь, производительностью 2 млн шт. усл. кирп. в год приведена на рисунке 1.12.

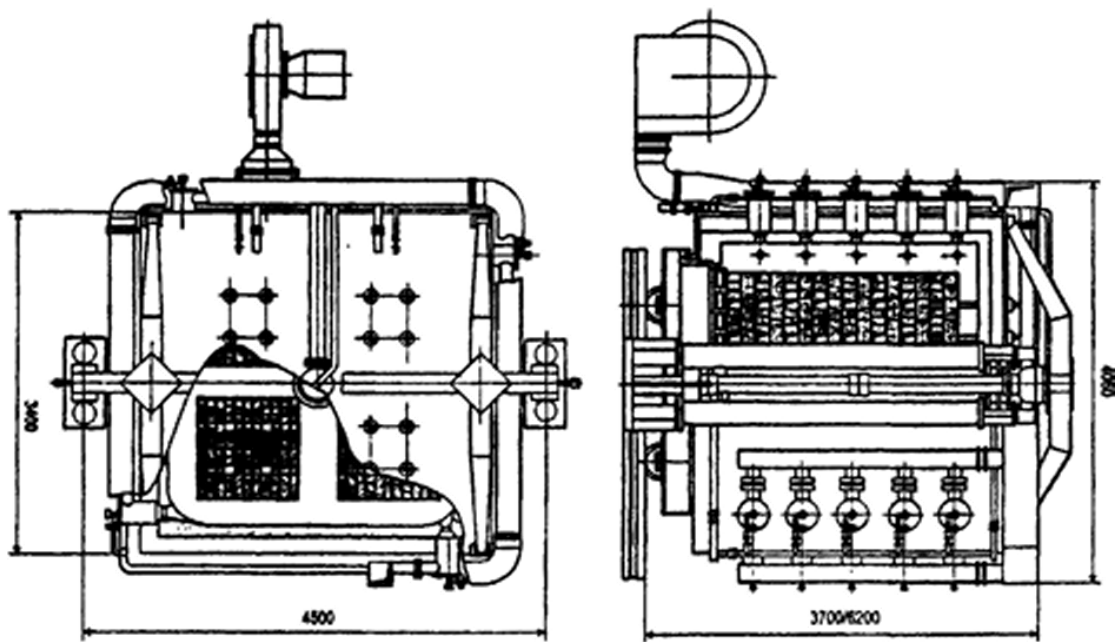



Рисунок 1.12 – Колпаковая экспериментальная циркуляционная печь

## 1.2 Подбор оборудования

Таблица 1.1 – Ведомость оборудования

Наименование	Масса, кг	Тип (размеры)	Количество переработки, м <sup>3</sup> /ч	Паспортная производительность, м <sup>3</sup> /ч	Количество	Мощность электродвигателей, кВт	Коэффициент использования, К <sub>и</sub>
Ящичный питатель для суглинков	4100	DVC10.55M 6,5x2,5x1,6	44,26	50	1	4	0,9
Тарельчатый питатель для глины	4100	СМ-179А 1,6x0,6x0,8	8,85	10	1	0,6	0,9
Тарельчатый питатель для песка	215	СМ-179А 1,6x0,6x0,8	5,9	10	1	0,6	0,9

Продолжение таблицы 1.1

Наименование	Масса, кг	Тип (размеры)	Кол-во перерабатываемого м <sup>3</sup> /ч	Паспортная производительность, м <sup>3</sup> /ч	Кол-во	Мощность электродвигателей, кВт	Коэффициент использования, К <sub>и</sub>
Камневыделительные вальцы для суглинков и песка	2300	СМ-250 1,9x1,5x1,2	44,26	50	1	22	0,9
Пропеллерная мешалка глины	1220	СМ-489Б 2,8x0,9x3,4	8,85	10	1	10	0,9
Бегуны мокрого помола	28400	СМ-268 6,9x3,5x4,3	59,02	75	1	40	0,9
Лопастной смеситель	9100	СМК-1238 7,3x3,0x1,2	59,02	75	1	58	0,9
Вальцы среднего помола	6230	СМ-1198 3,2x2,8x1,3	59,02	75	1	30	0,9
Вальцы тонкого помола	6230	СМ-696А 3,2x2,5x0,9	59,02	75	1	24	0,9
Лопастной смеситель	9100	СМК-1238 7,3x3,0x1,2	59,02	75	1	58	0,9
Шнековый вакуумный пресс	22800	СМК-217 7,1x1,5x2,6	23920 (шт/ч)	25000 (шт/ч)	1	110	0,9





Торф – осадочная горная порода, образующаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенного увлажнения при недостатке кислорода. К торфу предъявляются следующие требования – наличие посторонних включений (древесины, камней и т.д.) не допускается.

Параметры торфа топливного фрезерного по СТБ 2062:

- массовая доля влаги  $W$ , % – не более 52;
- зольность  $A^c$ , %, – не более 23;
- засоренность (куски торфа и древесины размером более 25мм), % – не более 8;
- массовая доля общей серы, % – не более 0,5;
- низшая рабочая теплота сгорания торфа  $Q^p_n$  должна быть не менее 7100 кДж/кг (1700ккал/кг).

Разувлажняющая добавка – известь строительная воздушная (ГОСТ 9179).

Требование к извести негашеной воздушной:

- содержание гидратной воды, % по массе – не более 2%;
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов  $A_{эфф.}$  – менее 370 Бк/кг.

Вывод по первому разделу: Проведен анализ современных технологий получения керамического кирпича, описана общая технология керамических изделий, оборудование и применяемое сырье.

## 2 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ

### 2.1 План по модернизации

Старая туннельная печь имеет недостатки: - работа на дорогостоящих теплоносителях;

– большие различия температур в соседних зонах, грозящие появлением дефектов материала;

– большая стоимость защитных муфт, излучающих панелей и системы автоматизации;

– быстрый выход их строя подвижного состава.

Модернизация газовых горелок печи обеспечит прирост производственных мощностей до 100,0 млн. шт. усл. кирпича или на 20%, увеличить практически в двое выпуск энергосберегающей и импортозамещающей продукции – поризованных пустотелых стеновых изделий.

Необходимость замены горелок при модернизации обусловлена тем, что используемые двухпроводные газогорелочные устройства типа «Вулкан-газ» представляли собой простую конструкцию «труба в трубе».

У этих горелок факел «повисший», оторванный от устья горелки.

В связи с тем, что эти горелки «не держат» факел, их эксплуатация особо опасна в зонах, где температура ниже 800 °С.

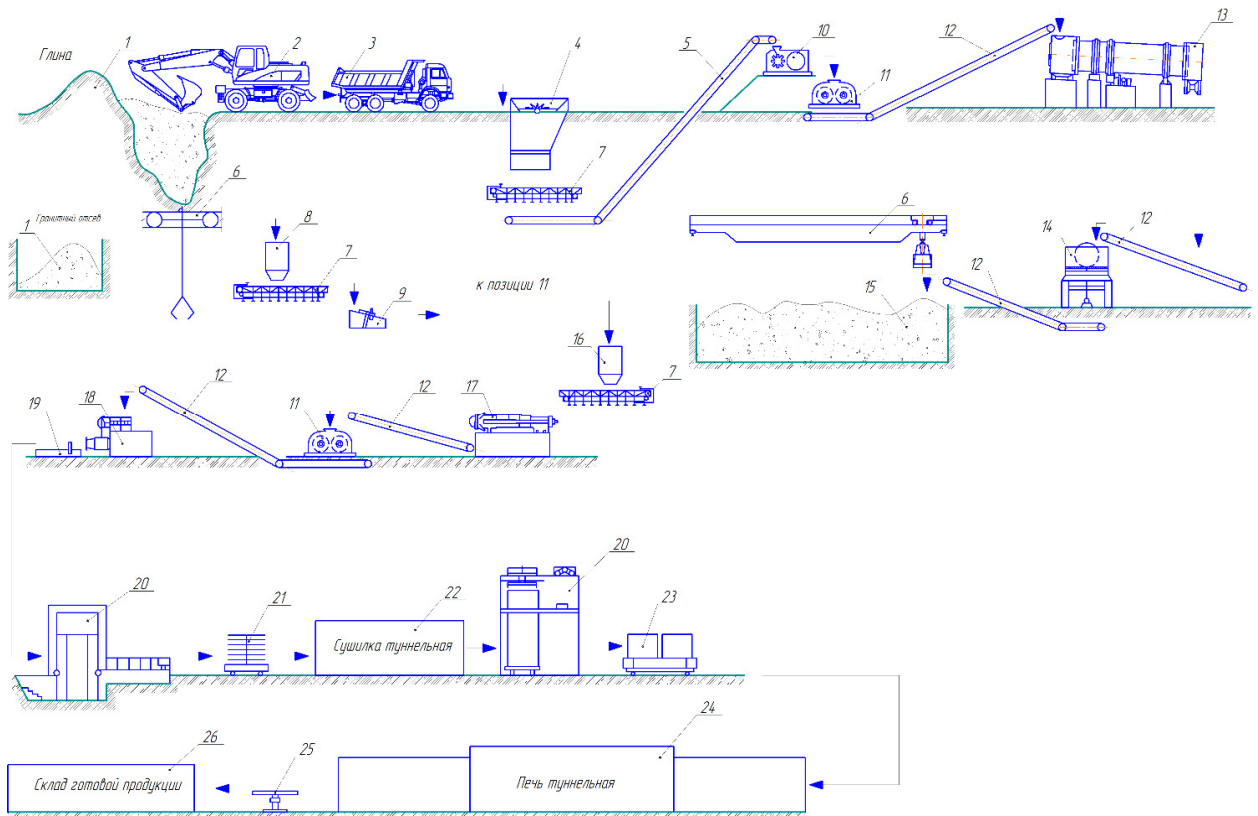
Специфика работы этих горелок такова, что 2 – 3 нижних ряда садки, как правило, остаются не обожженными.

Вывод по второму разделу: Описан и обоснован план модернизации.

### 3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

#### 3.1 Выбор и описание технологической схемы производства

Технологическая схема производства керамического кирпича приведена на рисунке 3.1.



1 – склад глины; 2 – экскаватор одноковшовый; 3 – самосвал; 4 – глинорыхлительная машина; 5 – конвейер ленточный; 6 – грейферный кран; 7 – ленточный питатель; 8 – бункер гранитных отсеков; 9 – виброгрохот; 10 – вальцы камневыделительные; 11 – вальцы тонкого помола; 12 – конвейер ленточный; 13 – барабан сушильный; 14 – глинорастиратор; 15 – шихтозапасник; 16 – бункер; 17 – духвальный смеситель; 18 – шнековый пресс; 19 – резчик; 20 – автомат – садчик; 21 – передаточная тележка; 22 – сушилка туннельная; 23 – печная вагонетка; 24 – печь туннельная; 25 – сортировка и упаковка; 26 – склад готовой продукции

Рисунок 3.1 – Технологическая схема производства керамического кирпича

Глина месторождения автотранспортом доставляется в МЗУ, где производится ее рыхление стационарной глинорыхлительной машиной, установленной над приемным питателем: крупные комья глины режутся билами и попадают на ленточный питатель, над которым установлен вал с билами для осуществления более тонкого измельчения кусков глины, дозирования ее и обеспечения равномерной подачи на конвейер ленточный.








продавливание через решетки (плиты с отверстиями), установленные в нижней части корпуса чаши, а также доувлажнение в случае необходимости. Зазор между ножами и решетками, не более – 5,0 мм; размеры отверстий в плитах: овальных – 12×40 мм, круглых – Ø 25 мм.

Переработанная шихта подается системой ленточных конвейеров либо в шихтозапасник (часть 1, объемом 1050 м<sup>3</sup>, где происходит вылеживание и усреднение по влажности глиномассы, а также создается запас шихты для бесперебойной работы формовочного отделения), либо на конвейер транспортирования шихты от глинорастирателя технологической линии № 2 в шихтозапасник (часть 2, объемом 3300 м<sup>3</sup>), либо напрямую в питатель ленточный формовочной линии с последующим транспортированием ее в смеситель прессы. Части шихтозапасника разделены перегородкой, что позволяет подготавливать и хранить без риска смешения одновременно два вида шихты различного состава.

Вывод по третьему разделу: В третьем разделе работы осуществлен выбор и описание технологической схемы производства.

## 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

### 4.1 Расчет производительности проектируемого предприятия

Производительность проектируемого предприятия составляет 100 млн шт. условного кирпича.

1) Кирпич на склад:

Объем выпуска условного кирпича в сутки определяется по формуле:

$$V_{сут} = \frac{V_{год}}{n_{дн}}, \text{ т. шт} \quad (4.1)$$

где  $V_{год}$  – Объем выпуска в год т. шт.;

$n_{дн}$  – количество рабочих дней.

$$V_{сут} = \frac{V_{год}}{n_{дн}} = \frac{100000}{305} = 327.87 \text{ тыс. шт.}$$

Объем выпуска условного кирпича в час определяется по формуле:

$$V_{час} = \frac{V_{год}}{T_p}, \text{ т. шт} \quad (4.2)$$

где  $V_{год}$  – объем выпуска в год, т. шт.;

$T_p$  – рабочий фонд времени, ч.

$$V_{час} = \frac{V_{год}}{T_p} = \frac{100000}{4392} = 22.77 \text{ тыс. шт.}$$

При обжиге уходит в брак 2% от общего объема выпускаемого кирпича:

$$V_{год.обж} = 1.02 \cdot V_{год} = 1.02 \cdot 100000 = 102000 \text{ тыс. шт.}$$

2) Кирпич на обжиг:

$$V_{сут.обж} = \frac{V_{год.обж}}{n_{дн}} = \frac{102000}{365} = 279.45 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{час.обж} = \frac{V_{год.обж}}{T_p} = \frac{102000}{8322} = 12.26 \text{ тыс. шт.}$$

При сушке уходит в брак 3% от общего объема выпускаемого кирпича:

$$V_{год.суш} = 1.03 \cdot V_{год.обж} = 1.03 \cdot 102000 = 105060 \text{ тыс. шт.}$$

3) Кирпич на сушку:

$$V_{сут.суш} = \frac{V_{год.суш}}{n_{дн}} = \frac{105060}{365} = 287.84 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{час.суш} = \frac{V_{год.суш}}{T_p} = \frac{105060}{8322} = 12.62 \text{ тыс. шт.}$$

4) Формование кирпича:

$$V_{сут.форм} = \frac{V_{год.форм}}{n_{дн}} = \frac{105060}{305} = 344.46 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{час.форм} = \frac{V_{год.форм}}{T_p} = \frac{105060}{4392} = 23.92 \text{ тыс. шт.}$$

Формование пустотного кирпича в сутки:

$$V_{год.форм.пуст} = 0.8 \cdot V_{год.форм} = 0.8 \cdot 105060 = 84048 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{сут.форм.пуст} = \frac{V_{год.форм.пуст}}{n_{дн}} = \frac{84048}{305} = 275.57 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{час.форм.пуст} = \frac{V_{год.форм.пуст}}{T_p} = \frac{84048}{4392} = 19.14 \text{ тыс. шт.}$$

Формование полнотелого кирпича:

$$V_{год.форм.пол} = 0.2 \cdot V_{год.форм} = 0.2 \cdot 105060 = 21012 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{сут.форм.пол} = \frac{V_{год.форм.пол}}{n_{дн}} = \frac{21012}{305} = 68.89 \text{ тыс. шт.}$$

$$V_{час.форм.пол} = \frac{V_{год.форм.пол}}{T_p} = \frac{21012}{4392} = 4.78 \text{ тыс. шт.}$$

5) Расход массы на формование:

Расход массы на формование пустотного кирпича:

$$m_{\text{год.пуст}} = 3.1 \cdot V_{\text{год.форм.пуст}} = 3.1 \cdot 84048 = 260548.8 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{сут.пуст}} = \frac{m_{\text{год.пуст}}}{n_{\text{дн}}} = \frac{260548.8}{305} = 854.26 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{час.пуст}} = \frac{m_{\text{год.пуст}}}{T_p} = \frac{260548.8}{4392} = 59.32 \text{ Т.}$$

Расход массы на формование полнотелого кирпича:

$$m_{\text{год.пол}} = 4.7 \cdot V_{\text{год.форм.пол}} = 4.7 \cdot 21012 = 98756.4 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{сут.пол}} = \frac{m_{\text{год.пол}}}{n_{\text{дн}}} = \frac{98756.4}{305} = 323.79 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{час.пол}} = \frac{m_{\text{год.пол}}}{T_p} = \frac{98756.4}{4392} = 22.49 \text{ Т.}$$

Полный расход массы на формование:

$$m_{\text{год}} = m_{\text{год.пуст}} + m_{\text{год.пол}} = 260548.8 + 98756.4 = 359305.2 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{сут}} = \frac{m_{\text{год}}}{n_{\text{дн}}} = \frac{359305.2}{305} = 1178.05 \text{ Т.}$$

$$m_{\text{час}} = \frac{m_{\text{год}}}{T_p} = \frac{359305.2}{4392} = 81.81 \text{ Т.}$$

Расход объема шихты на формование:

$$V_{\text{год.ших}} = \frac{m_{\text{год}}}{1.4} = \frac{359305.2}{1.4} = 256646.6 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{сут.ших}} = \frac{V_{\text{год.ших}}}{n_{\text{дн}}} = \frac{256646.6}{305} = 841.46 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{час.ших}} = \frac{V_{\text{год.ших}}}{T_p} = \frac{256646.6}{4392} = 58.44 \text{ м}^3.$$

б) Расход массы в смесеприготовительном отделении по объему:



Для приготовления шликера влажностью 42%, и учитывая часовую потребность в глине 8,85 м<sup>3</sup>/ч, необходимо узнать объем получаемого шликера. Для этого переведем объем в кг:

$$8,85 \cdot 1,6 = 14,16 \text{ т/ч}$$

Зная процентное содержание воды можно вычислить ее количество. Для этого определим суммарную массу сухой глины и воды:

$$\frac{14,16}{0,42} = 37,7 \text{ т}$$
$$37,7 - 14,16 = 23,54 \text{ т}$$

Пропеллерная мешалка объемом 8 м<sup>3</sup> дает шликер влажностью 80%. Расчет туннельной сушилки.

Для туннельной сушилки принимаем полочные вагонетки длиной 1,3 м, шириной 0,8 м (по ширине туннельной сушилки), и высотой укладываемого штабеля сырца до 1,52 м. Кирпич укладывается на полки в один ряд (при высокой прочности сырцов допускается укладка в 6 – 8 рядов).

Для туннельной печи принимаем вагонетки длиной 3,054 м, шириной 3 м и высотой 0,71 м. Для защиты обжиговой вагонетки выполняются следующие действия: в стене печи по всей длине выполнена ниша, в которую через каждые 10 м засыпается по течкам песок. Для того, чтобы песок не высыпался в полость печи, край ниши имеет ограждение в виде стального профиля. На нижнюю часть вагонетки наварен вертикально сплошной стальной лист, снабженный защитной обмазкой. Верх вагонетки футерован огнеупорным кирпичом. На верхнюю поверхность футеровки вагонетки загружаются изделия.

Емкость туннельной сушилки представляет собой количество вагонеток, одновременно находящихся в ней:

$$n = \frac{P_q \cdot T_0}{N_B}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

где  $P_q$  – часовая производительность сушилок, шт/ч;

$T_0$  – продолжительность сушки, ч;

$N_B$  – емкость сушильной вагонетки, шт.

$$n = \frac{12620 \cdot 36}{360} = 1262 \text{ шт}$$



Назначить длину туннеля и зная длину одной вагонетки можно найти количество вагонеток в одном туннеле:

$$m = \frac{L}{l_B}, \text{ шт} \quad (4.4)$$

где  $L$  – длина туннеля, м;  
 $l_B$  – длина одной вагонетки, м.

$$m = \frac{90}{1,3} = 69,23 \approx 70 \text{ шт.}$$

Количество туннелей определяют по формуле:

$$N_T = \frac{n}{m}, \text{ шт} \quad (4.4)$$
$$N_T = \frac{1262}{70} = 18 \text{ шт.}$$

Имеется один запасной туннель, следовательно, всего 8 туннелей.

Интервал времени между двумя загрузками вагонеток определяется по формуле:

$$T_B = \frac{60 \cdot T_0}{n_{BP}}, \text{ мин} \quad (4.5)$$
$$T_B = \frac{60 \cdot 36}{1262} = 1,71 \text{ мин}$$

#### 4.3 Расчет складов сырья и готовой продукции

Расчет усреднительного склада суглинков.

Необходимо обеспечить запас сырья на 3 месяца:

$$V_n = A_c \cdot C \quad (4.11)$$

где  $V_{\text{сут}}$  – суточный расход материала, м<sup>3</sup>;  
 $C$  – нормативный запас материала, сут.

$$V_n = V_{\text{сут.сыр}} \cdot C = 637.409 \cdot 90 = 57366.8 \text{ м}^3.$$

Площадь штабеля рассчитывается по следующей формуле:

$$F = \frac{V_n}{k_2 \cdot H_m} k_1 \quad (4.12)$$

где  $V_n$  – потребная емкость для данного материала,  $\text{м}^3$ ;  $H_m$  – максимальная высота штабеля с учетом выбранной схемы механизации, м;  
 $k_2$  – коэффициент использования теоретического объема;  
 $k_1$  – коэффициент, учитывающий разрывы и проезды на складе, ремонтные площадки и т. п., приняты равным 1,2-1,5.

$$F = \frac{V_n}{k_2 \cdot H_m} \cdot k_1 = \frac{57366.8}{0.8 \cdot 8} \cdot 1.3 = 11652.6 \text{ м}^4.$$

Длина склада

$$l = \frac{F}{b}, \quad (4.13)$$

где  $b$  - ширина штабеля, 30 м.

$$l = \frac{F}{b} = \frac{11652.6}{30} = 388.4 \text{ м.}$$

Расчет усреднительного склада глины.

Необходимо обеспечить запас сырья на 3 месяца:

$$V_n = V_{\text{сум.гл}} \cdot C = 127.482 \cdot 90 = 11473.4 \text{ м}^3,$$

$$F = \frac{V_n}{k_2 \cdot H_m} \cdot k_1 = \frac{11473.4}{0.8 \cdot 8} \cdot 1.3 = 2330.53 \text{ м}^2,$$

$$l = \frac{F}{b} = \frac{2330.53}{30} = 77.68 \text{ м.}$$

Склад для хранения песка.

$$V_n = V_{\text{сум.пес}} \cdot C = 84.988 \cdot 90 = 7648.91 \text{ м}^3,$$

$$F = \frac{V_n}{k_2 \cdot H_m} \cdot k_1 = \frac{7648.91}{0.8 \cdot 8} \cdot 1.3 = 1553.68 \text{ м}^2,$$

$$l = \frac{F}{b} = \frac{1553.68}{30} = 51.79 \text{ м.}$$

Бункер для хранения песка.

Согласно производственной программы должен вмещать 5,902 м<sup>3</sup> в час. Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

$$V_{\text{б}} = \frac{V_{\text{час.нec}} \cdot t}{k_3} = \frac{5.902 \cdot 2}{0.8} = 14.8 \text{ м}^3. \quad (4.14)$$

Бункер для хранения глины.

Согласно производственной программы должен вмещать 8,853 м<sup>3</sup> в час. Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

$$V_{\text{б}} = \frac{V_{\text{час.гл}} \cdot t}{k_3} = \frac{8.853 \cdot 2}{0.8} = 22.1 \text{ м}^3.$$

Бункер для хранения суглинка.

Согласно производственной программы должен вмещать 44,265 м<sup>3</sup> в час. Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

$$V_{\text{б}} = \frac{V_{\text{час.суг}} \cdot t}{k_3} = \frac{44.265 \cdot 2}{0.8} = 111 \text{ м}^3.$$

Шихтозапасник.

Согласно производственной программы должен вмещать 412,51 т/сут. Необходимо обеспечить запас сырья на 7 суток:

$$V_{\text{б}} = \frac{V_{\text{сут}} \cdot 7}{\rho_n}, \text{ м}^3 \quad (4.15)$$

где  $V_{\text{сут}}$  – суточный расход материала, т/сут;  
 $\rho_n$  – плотность расходуемой массы, 1,6 т/м<sup>3</sup>.

$$V_{\text{б}} = \frac{m_{\text{сут}} \cdot t}{\rho_n} = \frac{1178.05 \cdot 7}{1.6} = 5153 \text{ м}^3.$$

Принимая поперечное сечение шихтозапасника  $b \times h = 12 \times 5$ , определяем его длину:

$$l = \frac{V_{\text{б}}}{b \cdot h \cdot k_3}, \quad (4.16)$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса, 0,8.

$$l = \frac{V_{\text{б}}}{b \cdot h \cdot k_3} = \frac{5153}{12 \cdot 5 \cdot 0.8} = 107.4 \text{ м}.$$

Склад готовой продукции.

Площадь склада:

$$F = \frac{Q_c \cdot t}{440} \cdot K, \quad (4.17)$$

где  $Q_c$  – суточная производительность, шт. усл. кирпича;  $t$  – нормативный запас готовой продукции, сут.;

$K$  – коэффициент, учитывающий обслуживание склада (склад обслуживается погрузчиками автотранспорта  $K=1,3$ ).

$$F = \frac{V_{\text{сум.суш}} \cdot 10^3 \cdot t \cdot K}{440} = \frac{287.836 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 1.3}{440} = 5952.96 \text{ м}^4.$$

Ширину склада принимаем равной  $B=30$  м, тогда длина склада составит:

$$L = \frac{F}{B} \quad (4.18)$$
$$L = \frac{F}{B} = \frac{5952.96}{30} = 198.4 \text{ м}$$

Принимаем 3 пролета шириной – 30 м, длиной 80 м.

Вывод по четвертому разделу: Таким образом, для обеспечения заданной годового производства потребуется:

Ящичный питатель для суглинков – 1 шт; тарельчатый питатель для глин – 1 шт; тарельчатый питатель для песка – 1 шт; камневыделительные вальцы для суглинков и песка – 1 шт; пропеллерная мешалка глины – 1 шт; бегуны мокрого помола – 1 шт; лопастной смеситель – 1 шт; шнековый вакуумный пресс – 1 шт., вальцы среднего помола – 1 шт; вальцы тонкого помола – 1 шт; лопастной смеситель – 1 шт; шнековый вакуумный пресс – 1 шт; автомат-укладчик – 1 шт; туннельные сушила – 8 шт; автомат-садчик – 1 шт; туннельная печь – 1 шт; автомат-разгрузчик – 1 шт; автомат-пакетероувщик – 1 шт; сушильная вагонетка – 442 шт; обжиговая вагонетка – 108 шт.

## 5 МЕХАНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

### 5.1 Расчет модернизируемого оборудования

#### 5.1.1 Расчет туннельной печи

Определяем емкость туннельной печи:

$$E_n = P_{\text{ч}} \cdot T_0, \text{ шт} \quad (5.1)$$

где  $P_{\text{ч}}$  – часовая производительность печи, шт/ч;  
 $T_0$  – продолжительность обжига, ч.

$$E_n = 23920 \cdot 30 = 717600 \text{ шт}$$

Количество вагонеток в рабочей части печи:

$$n_{\text{вр}} = \frac{E_n}{E_{\text{в}}}, \text{ шт} \quad (5.2)$$

где  $E_{\text{в}}$  – емкость печной вагонетки.

$$n_{\text{вр}} = \frac{717600}{4500} = 159 \text{ шт}$$

Определяем длину рабочей части обжигового канала печи:

$$L_p = n_{\text{вр}} \cdot l_{\text{в}}, \text{ м} \quad (5.3)$$

где  $n_{\text{вр}}$  – количество вагонеток в рабочей части печи, шт;  
 $l_{\text{в}}$  – габаритная длина вагонетки, м.

$$L_p = 159 \cdot 3 = 459 \text{ м}$$

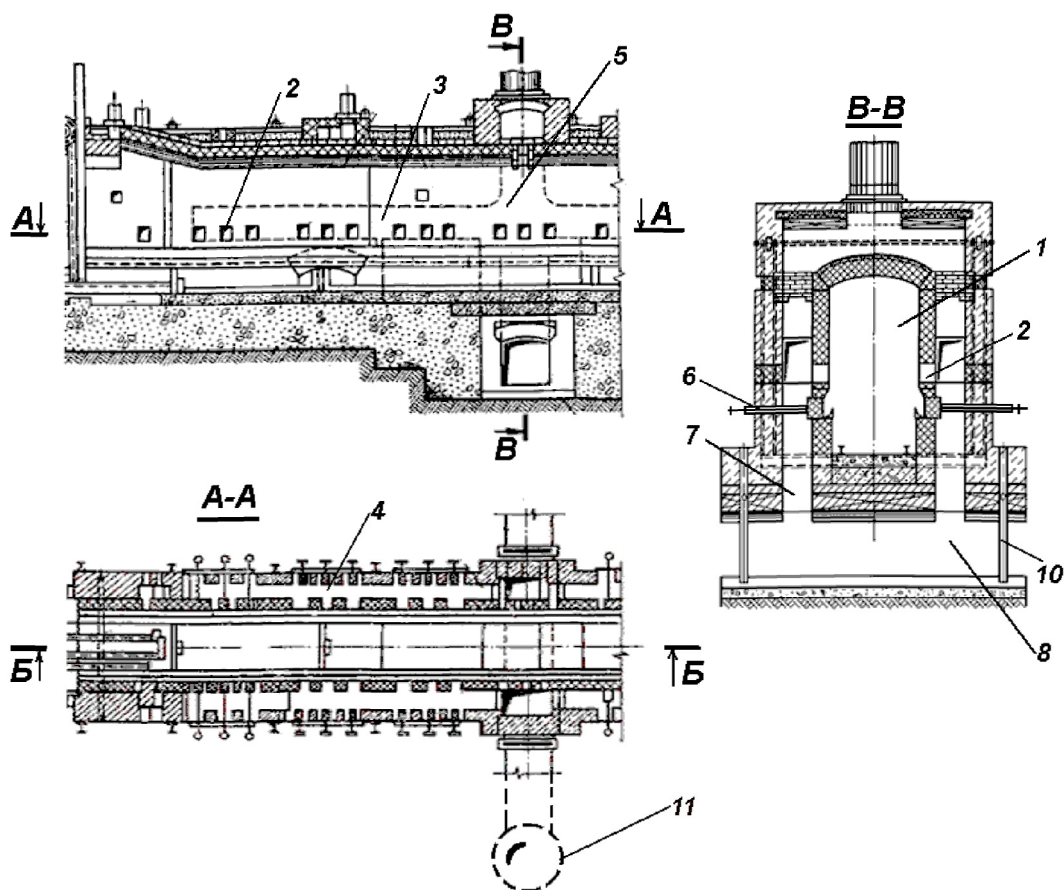
Общая длина туннельной печи:

$$L = L_p + n_{\text{вф}} \cdot l_{\text{в}}, \text{ м} \quad (5.4)$$

где  $n_{\text{вф}}$  – количество вагонеток в форкамерах.

$$L = 459 + 3 \cdot 3 = 465 \text{ м.}$$





I – продольный разрез; II – план; III – поперечный разрез  
Рисунок 5.1 – Схема отвода газов

Объем продуктов горения при изменяющемся коэффициенте избытка воздуха подсчитываем по формуле

$$V_{\alpha} = \Delta V + L_o \cdot (\alpha - 1), \quad (5.9)$$

где  $\Delta V$  – разность между объемом продуктов горения и количеством воздуха при теоретическом процессе горения,  $\Delta V = 0,802 \text{ нм}^3/\text{кг}$ .

При входе в отборные каналы  $V_{o.vx} = 1,961 \text{ нм}^3/\text{с}$ ; перед дымососом  $V_{o.дым} = 2,984 \text{ нм}^3/\text{с}$ ; при входе в дымовую трубу  $V_{o.д} = 3,711 \text{ нм}^3/\text{с}$ ;

Площади каналов берем по чертежу печи. Плотность дымовых газов  $\rho_o = 1,3 \text{ нм}^3/\text{кг}$ .

Для каждого вида сопротивления, сопровождающегося изменением сечения, расчет скорости производится для узкого сечения канала. Сопротивление садки изделий составляет примерно 1-2 Па/пог. м. Принимаем живое сечение садки равным  $2,2 \text{ м}^2$ , что составляет примерно 50 % от общего сечения печи. Коэффициент сопротивления равен  $\xi = 0,4 \cdot L = 0,4 \cdot 35,7 = 14,3$ ; L – общая длина зоны подогрева и половина зоны обжига, м,  $L = (8 + 18:2) \cdot 2,1 = 35,7 \text{ м}$ .






Подбираем вентилятор низкого давления серии ВРН № 16 с КПД=0,65, условное число оборотов  $A=6000$ .

Число оборотов  $n=A/n_{дв}=6000/16=375$  об/мин. Мощность двигателя  $N_{дв}=3,6$  кВт. Установочная мощность  $N_{уст}=1,15 \cdot N_{дв}=1,15 \cdot 3,6=4,14$  кВт.

### 5.1.3 Расчеты и обоснование по газовым горелкам при модернизации

Необходимость замены горелок при модернизации обусловлена тем, что используемые двухпроводные газогорелочные устройства типа «Вулкан-газ» представляли собой простую конструкцию «труба в трубе». У этих горелок факел «повисший», оторванный от устья горелки. В связи с тем, что эти горелки «не держат» факел, их эксплуатация особо опасна в зонах, где температура ниже  $800^{\circ}\text{C}$ . Специфика работы этих горелок такова, что 2 – 3 нижних ряда садки, как правило, остаются не обожженными.

Выбор горелки для модернизируемой печи.

Расходные статьи теплового баланса на туннельную печь после реконструкции:

$$Q = 264,13 + 330,96 + 1136,39 + 260,49 + 44,79 + 6474,26 \cdot V = \\ = 2036,76 + 6474,26 \cdot V.$$

где  $V$  - расход газа на туннельную печь,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Определим расход газа на туннельную печь.

Для этого приравняем приходные и расходные статьи теплового баланса:

Расход газа на туннельную печь после реконструкции:

$$35818,29 \cdot V + 497,25 = 6474,26 \cdot V + 2036,76;$$

$$29344,03 \cdot V = 1539,51;$$

$$V = 0,0525 \text{ м}^3/\text{с} = 189 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход газа на туннельную печь до реконструкции:

$$35818,29 \cdot V + 484,64 = 6474,26 \cdot V + 2123,36, 29344,03 \cdot V = 1638,72;$$

$$V = 0,05587 \text{ м}^3/\text{с} = 200,88 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Находим удельный расход газа на 1000 шт. кирпича до реконструкции:

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000_{шт.}}{P_{час}}, \quad (5.10)$$

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000}{1150} = 164,35 \text{ м}^3/1000 \text{ шт.}$$

Расход условного топлива определяем исходя из калорийности природного газа

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot Q_n^p}{Q_{ym}}, \quad (5.11)$$

где  $Q_{ym}$  – теплота сгорания условного топлива;

$$B_{y\partial} = \frac{200,88 \cdot 35471,6}{29300} = 243,19 \text{ кг/ч.}$$

Удельный расход условного топлива на 1000 шт. кирпича до реконструкции

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000}{P_{\text{час}}},$$

$$B_{y\partial}^{ym} = \frac{243,19 \cdot 1000}{1150} = 211,46 \text{ кг/1000 шт.}$$

Находим удельный расход газа на 1000 шт. кирпича после реконструкции:

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000_{\text{шт.}}}{P_{\text{час}}},$$

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000}{1150} = 164,35 \text{ м}^3/1000 \text{ шт.}$$

Расход условного топлива определяем исходя из калорийности природного газа

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot Q_n^p}{Q_{ym}},$$

где  $Q_n^p$  – теплота сгорания условного топлива;

$$B_{y\partial} = \frac{189 \cdot 35471,6}{29300} = 228,94 \text{ кг/ч.}$$


Удельный расход условного топлива на 1000 шт. кирпича после реконструкции

$$B_{y\partial} = \frac{B \cdot 1000}{P_{\text{час}}},$$

$$B_{y\partial}^{ym} = \frac{228,94 \cdot 1000}{1150} = 199,08 \text{ кг/1000 шт.}$$

Выбор газогорелочных устройств

Для установки на печи газогорелочных устройств для сжигания природного газа принимаем горелки специальные.

Номинальный расход газа на одну горелку:

– для горелок, применяемых в туннельной печи до реконструкции  $V_1 = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

– для горелок, применяемых в туннельной печи после реконструкции  $V_1 = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Определяем число горелок:

$$n_{\text{гy}} = \frac{B}{B_1}, \quad (5.12)$$

где  $n_{\text{гy}}$  – число горелочных устройств, шт.;

$B$  – расход газа на печь,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

Число горелок до реконструкции

$$n_{\text{гy}} = 200,88/10 = 20 \text{ шт.}$$

Число горелок после реконструкции

$$n_{\text{гy}} = 189/16 = 12 \text{ шт.}$$

Для обеспечения необходимого тепло-технологического процесса принимаем после реконструкции количество горелок, равное 12 шт.

#### 5.1.4 Выбор газовых горелок для модернизированной туннельной печи

Выбранная горелка ГНП Импульс – 16 Факел приведена на рисунке 5.2.

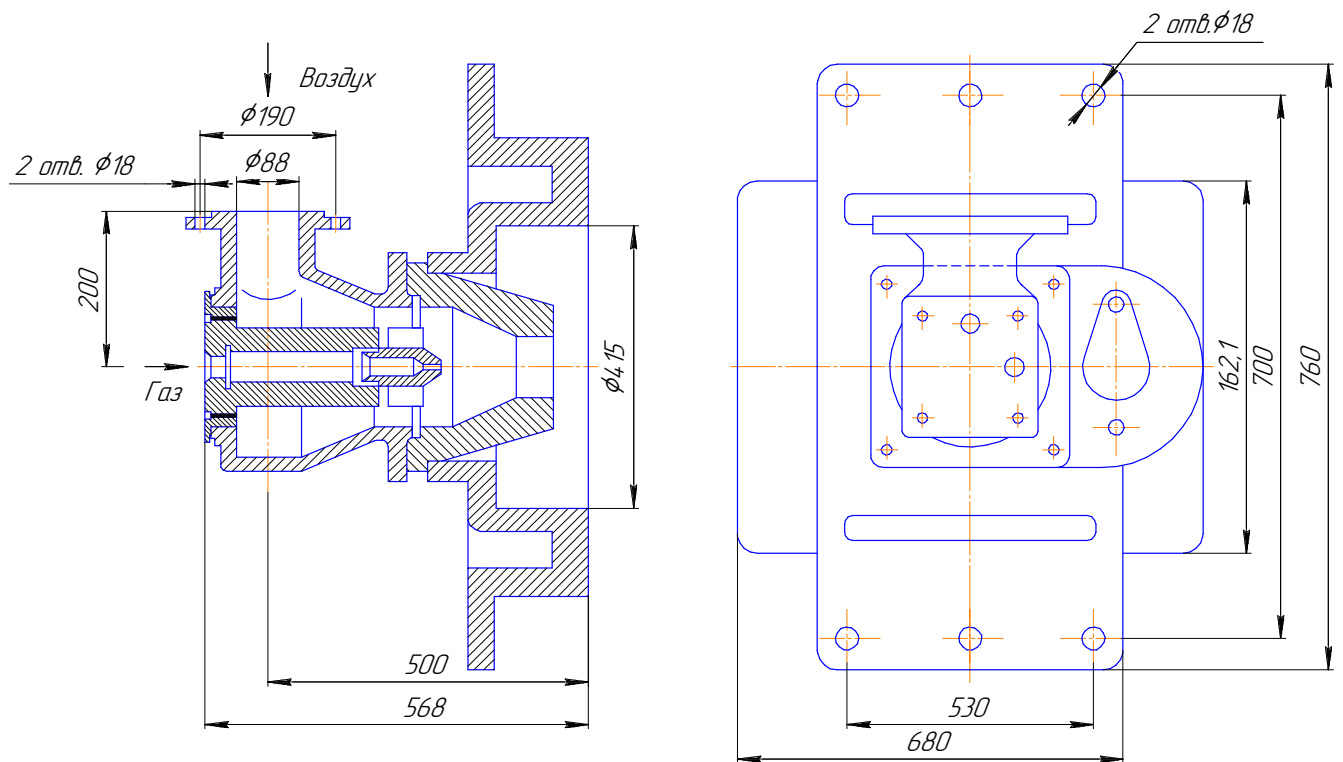


Рисунок 5.2 – Горелка ГНП Импульс – 16 Факел

Горелки газовые ГНП - это горелки низкого давления для сжигания природного или сжиженного газа и характеризуются следующими преимуществами:

- возможность применения в топочных камерах с различным противодавлением;
- горелки имеют широкий диапазон регулирования мощности и соотношения газ-воздух;
- небольшие размеры факела горелки;
- маленький шум при работе;
- простота и надежность конструкции;
- возможность предварительного подогрева газа или воздуха;
- использования газовых горелок с большим расходом газа при низком его давлении;
- достаточная устойчивость пламени, даже при изменении нагрузки горелки в больших пределах;
- небольшая чувствительность горелок ГНП к колебаниям в теплотворной способности газа и возможность использования горелок большой единичной мощности.
- широкие пределы регулирования производительности горелки.

Технические характеристики: Тепловая мощность при сжигании природного газа кВт (Мкал/ч) – 4300 (3700).

Длина горелки мм – 568.

Масса кг – без плиты – 96, с плитой – 121.

Вывод по пятому разделу: Таким образом – в пятом разделе работы выполнены расчеты:

- производительности проектируемого предприятия с учетом всех видов брака;
- расчет и подбор оборудования технологической схемы;
- аэродинамический расчет туннельной печи, расчетные потери – 174,85 кПа;
- расчеты и обоснование по газовым горелкам при модернизации;
- а также выбор газовых горелок для модернизированной туннельной печи.

## 6 ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ ЭЛЕМЕНТОВ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

### 6.1 Технологическая карта на монтаж кладки туннельной печи

Работы проводятся в следующей последовательности:

1. Демонтаж футеровки.
2. Ремонт каркаса печи.
3. Демонтаж, ремонт, монтаж оборудования печи (горелки и т.д.)
4. Монтаж футеровки печи со всеми сопутствующими работами (укладка теплоизоляционных материалов и т.д.)

Размеры обжигательного канала печи технологической линии, м: длина 104; ширина 1,74; рабочая высота 1,74 – объем печи 315 м<sup>3</sup>.

Таблица 6.1

Наименование элементов затрат	Ед. измер.	Монтаж печей из сборных элементов		Монтаж печи технологической линии при наличии каркаса
		без каркаса печи	при наличии каркаса печи	
Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	23,9	31,37	9850,18
Средний разряд работы		3,9	4,1	1287,4
Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,01	6,47	2031,58
<b>МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ</b>				
Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технологического оборудования, грузоподъемность 16 т	маш.-ч	0,44	4,9	1538,6
Автомобили бортовые, грузоподъемностью до 10 т	маш.-ч	1,57	1,57	492,98
Краны подвесные электрические (кран-балки), грузоподъемность 3,2 т	маш.-ч	2,96	0,57	178,98
Растворосмесители для приготовления водоцементных и других растворов, 350 л	маш.-ч	0,46	0,46	144,44
Вибросито	маш.-ч	0,3	0,3	94,2
Установка для сварки ручной дуговой (постоянного тока)	маш.-ч	0,23	0,32	100,48
<b>МАТЕРИАЛЫ</b>				
Электроды диаметром 4 мм Э42	т	0,0001	0,0002	0,0628
Пиломатериалы хвойных пород. Доски обрезные длиной 4-6.5 м, шириной 75-150 мм, толщиной 32-40 мм II сорта	м <sup>3</sup>	0,05	0,05	15,7

Продолжение таблицы 6.1

Наименование элементов затрат	Ед. измер.	Монтаж печей из сборных элементов		Монтаж печи технологической линии при наличии каркаса
		без каркаса печи	при наличии каркаса печи	
Гвоздь усиленный	кг	1	1	314
Заполнители для каолинового шамота для огнеупорных бетонов марки ЗШС	т	0,16	0,16	50,24
Портландцемент общестроительного назначения бездобавочный марки 400	т	0,04	0,04	12,56
Элементы сборные печей	м <sup>3</sup>	П	П	
Вода	м <sup>3</sup>	0,06	0,06	18,84

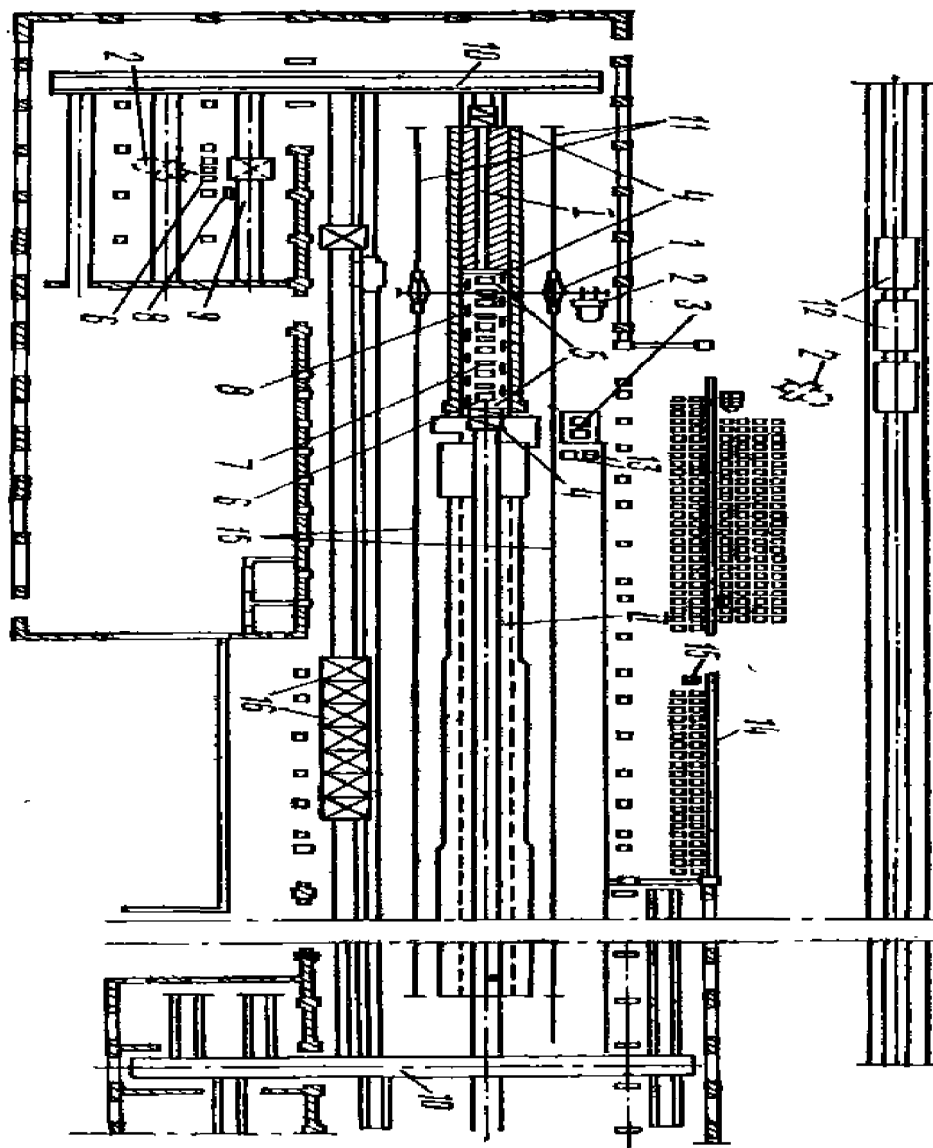


Рисунок 6.1 – Стройгенплан организации работ по кладке туннельной печи: I –

сушило; П – туннельная печь; 1– козловой кран; 2 – автопогрузчик; 3 – растворный узел; 4 – шаблон на вагонетке; 5 – подмости на вагонетках, с которых ведется кладка; 6 – пакеты кирпича; 7 – контейнеры с раствором; 8 – ящики с раствором; 9 – место футеровок вагонеток; 10 – лафетный путь; 11 – пути козлового крана; 12 железнодорожные вагоны; 13 – контейнеры с мертелем; 14 – приобъектный склад огнеупоров; 15 – станок для резки кирпича; 16 – зафутерованные вагонетки

Приобъектный склад материалов располагают вдоль линии железной дороги, проходящей около цеха, в которой расположена туннельная печь. Отсюда огнеупорные изделия, обыкновенный глиняный и изоляционный кирпич в пакетах на поддонах доставляют автопогрузчиком к печи в зону действия козлового крана. Козловый кран устанавливают на путях, проходящих по сторонам печи и сушила. Кран оборудован электроталью грузоподъемностью 2 т. Пакеты с материалами подают краном непосредственно на рабочие места (рисунок 6.1).

Раствор готовят в инвентарном передвижном растворном узле и растворонасосом подают в расходные ящики, установленные по нескольку штук на поддон, расположенный в зоне действия крана. Кран подают поддоны на рабочие места. Сложный раствор в контейнерах доставляют под кран с растворного узла общестроительной организации и далее краном на рабочее место. Для производства работ сушило разбивают на два участка, а туннельную печь -на семь (границами участков служат температурные швы). Кладку ведут одновременно на двух участках-на одном кладут стены, а на втором, где стены уже выложены, – свод. Кладку сводов ведут по передвижной опалубке. На кладку печи и сушила ставят 16 огнеупорщиков в смену. Вагонетки футеруют на обгонном пути, передвигая их по мере окончания кладки подов приводной лебедкой. Кладку подов вагонеток выполняют шесть огнеупорщиков в смену.

## 6.2 Технологическая карта на монтаж газовой горелки

Монтаж горелки осуществлять параллельно с монтажом дутьевого вентилятора.

Монтажу горелки предшествует устройство фундаментов с колодцами для анкерных болтов и изготовление сварной рамы под ходовую часть и электродвигатель дутьевого вентилятора.

Все узлы и детали горелки расконсервируют (промывают в керосине), а в ведущей полумуфте дутьевого вентилятора рассверливают отверстие ее шпоночной канавкой под вал электродвигателя. Двигатели разной мощности имеют различный диаметр вала, поэтому на заводе ведущую полумуфту дутьевого вентилятора не рассверливают.

Монтируют горелку и вентиляторы в следующем порядке.

1. На фундамент устанавливают сварную металлическую раму под ходовую часть, улитку вентилятора и опорную плиту горелки, верхний патрубок которой должен находиться в проектном положении.







Заданное давление в печи поддерживается путем изменения разряжения в дымовом борове, при помощи дымового шиберы, изменяющего проходное сечение дымоотводящего канала.

Аварийная система сигнализации и отсечки топлива.

При эксплуатации печи необходимо обеспечивать безопасную работу печи в случаях падения и превышения давления газа и воздуха перед газосжигающими аппаратами.

Во всех вышеуказанных случаях автоматически производится отсечка газа, включается световая и звуковая сигнализация.

Система управления производством охватывает линию формовки кирпича и линию садки, которые представляют собой поточно-транспортные объекты. Структурная схема объекта представлена на рис. 7.1.

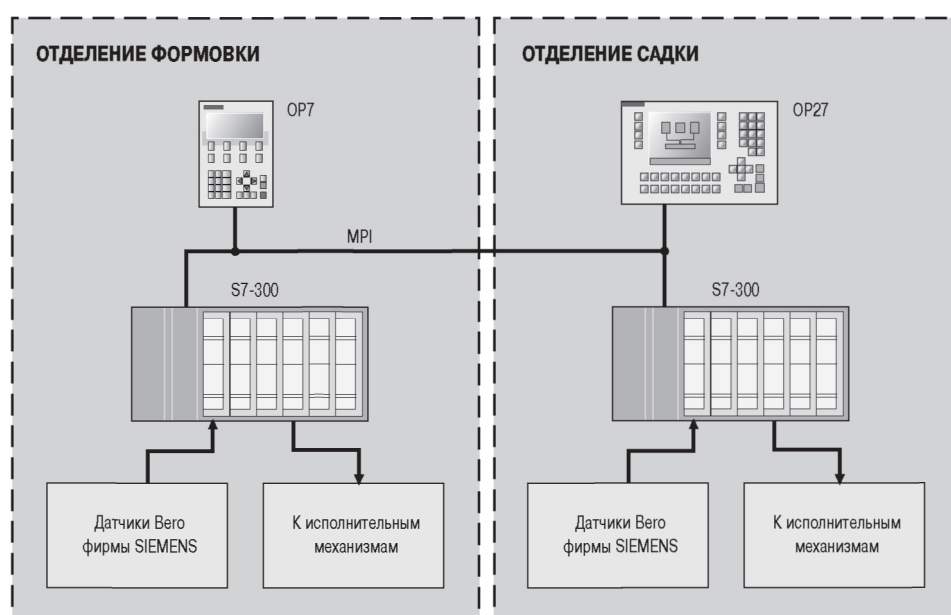
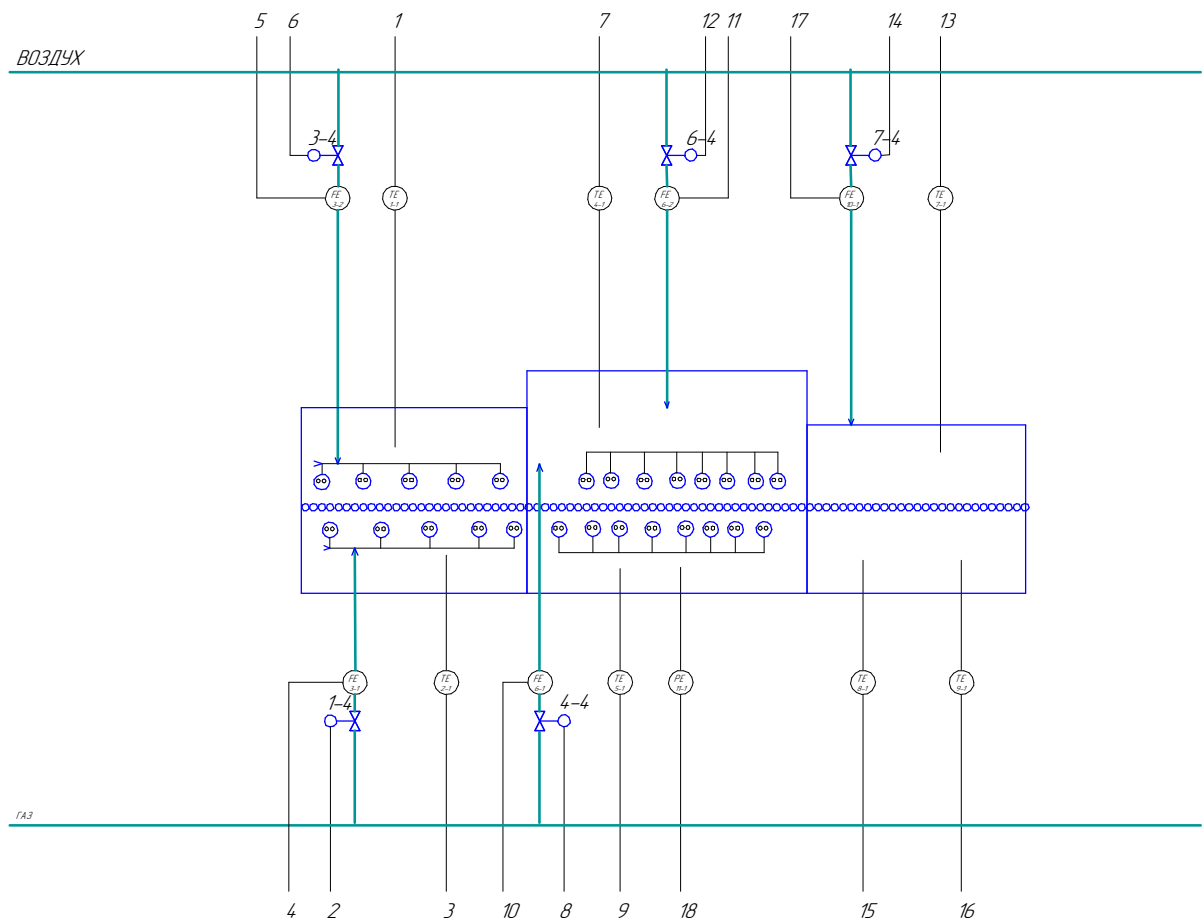


Рисунок 7.1 - Структурная схема объекта

На линии формовки, брус подготовленный в прессе, разрезается механизмом, именуемым однострунным резак, на мерный брус, который перемещается по системе транспортеров на многострунный резак, который производит порезку этого бруса на заготовки кирпича. Заготовки перемещаются на рейки и на них помещаются на элеватор. Из заготовок на рейках формируется штабель кирпича. Этот штабель с помощью погрузчика перевозится в сушильные камеры. Кроме основных механизмов, имеются вспомогательные. Это механизмы уборки отходов и механизмы по транспортировке реек из магазина реек к месту перегрузки кирпича на рейки.

На линии садки заготовки кирпича, подготовленные в сушильных камерах, из штабелей, в которые они сформированы на линии формовки, сгружаются погрузчиком на элеватор. Далее они равняются юстировкой, перегружаются на промежуточный элеватор снимаются с реек формируются с помощью системы механизмов в стопы, задаваемые программой загрузки, на вагоны для обжига в печах.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Приборы по месту	PE		TE			TE	TE			TE		TE	TE		TE	TE	TE	
Приборы на шите		AK		AK		AK	AK			AK		AK	AK		AK	AK	AK	
PLC	AI																	
	DI																	
	AO																	
	DO																	
SCADA	I																	
	R																	
	C																	
	S																	
	A																	

### Спецификация

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1-1, 2-1, 4-1, 5-1 7-1, 8-1, 9-1	Термоэлектрический преобразователь	7	ТП 395/1
1-2, 2-1, 2-2, 2-3 7-2, 8-2, 9-2	Нормирующий преобразователь	7	КонтрАвт ПНТ-а-Pro
3-1, 3-2, 6-1 6-2, 10-1	Выключатель расщепленный	5	Metron Posimount 8800
11-1	Датчик контроля давления в печи	1	MU Digital 20
1-3, 3-3, 4-3 6-3, 7-3	Пульсатель бесконтактный реверсивный	5	ПБР-2М
1-4, 3-4, 4-4 6-4, 7-4	Механизм электрический однооборотный	3	МЭО 40/25-0,25

Рисунок 7.2 - Схема автоматизации печи

Вывод по седьмому разделу: Таким образом - в седьмом разделе работы разработаны вопросы автоматизации.

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 8.1 Мероприятия по охране труда

При реализации процесса производства можно выделить следующие опасные и вредные факторы при производстве керамического кирпича:

1 Неблагоприятные метеорологические условия: повышенная или пониженная температура, влажность воздуха, чрезмерное тепловое излучение.

Изменение параметров микроклимата обусловлено работой сушильных и печных агрегатов, нагреванием отдельных частей оборудования (например, как результат трения), что ухудшает условия труда.

2 Загазованность и запыленность воздуха, действие на организм человека токсичных и вредных веществ.

Расчет защитного заземления для цеха керамического кирпича,

Район строительства относится к III климатической зоне. Грунт в районе строительства – глина. Мощность источника питания – 100 кВт. Напряжение в сети 380 В.

В качестве заземлителя применяются стальные трубы диаметром  $d = 60$  мм, длиной  $h = 3$  м. Глубина заложения труб от поверхности земли до края трубы равна  $0,7$  м. Ширина соединительной полосы  $b = 30$  мм.

Сопротивление растеканию тока  $R_T$ , Ом определяется по формуле:

$$R_T = 0,366 \cdot r / h \cdot (\lg \cdot 2 \cdot h/d + \lg \cdot ((4 \cdot t+h)/(4 \cdot t-h))), \quad (8.1)$$

где  $r$  – расчетное удельное сопротивление грунта (для песка принимаем равным  $400$  Ом·м);

$t$  – расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, м.

Тогда сопротивление растеканию тока равно:

$$R_T = 0,366 \cdot 400/3 \cdot (\lg 2 \cdot 3/0,06 + 0,5 \cdot \lg (4 \cdot 2,2 + 3)/(4 \cdot 2,2 - 3)) = 80,0 \text{ Ом.}$$

Число заземлителей определяется по формуле:

$$n = R_T / R_{\text{доп}} = 80 / 4 = 20.$$

Длина соединительной полосы рассчитывается по формуле:

$$L_n = 1,05 \cdot (n - 1) \cdot a. \quad (8.2)$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = 0,336 \cdot r / L_n \cdot \lg \cdot (2 \cdot L_n^2/b \cdot t), \quad (8.3)$$

где  $t$  – глубина заложения полосы от поверхности земли до середины полосы, м.;



Проверяем соответствие площади вспомогательного помещения установленным нормам

$$S_{\text{ВСП}} = M \cdot S_2, \quad (8.9)$$

где  $S_2$  – норма площади дополнительного помещения на одного человека,  $\text{м}^2$ ;

$$S_{\text{ВСП}} = 500 \cdot 0,13 = 65 \text{ м}^2.$$

Вычисляем необходимое количество нар для размещения укрываемых

$$H = M \cdot Д, \quad (8.10)$$

где  $Д$  – установленная норма человек на одно место.

$$H = 500 \cdot 0,2 = 100.$$

Вычисляем коэффициент вместимости, который характеризует возможности убежища по укрытию людей

$$K_{\text{ВМ}} = M / N, \quad (8.11)$$

где  $N$  – количество людей которых необходимо укрыть.

$$K_{\text{ВМ}} = 500 / 467 = 1,07.$$

Рассчитаем коэффициент ослабления радиации убежища

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{зас}} \cdot 2^{l/d} \cdot 2^{l/d}, \quad (8.12)$$

где  $K_{\text{зас}}$  – коэффициент который учитывает условия размещения убежища;

$l$  – толщина слоя материалов конструкции убежища, см;

$d$  – толщина слоя половинного ослабления, см.

$$K_{\text{осл}} = 1,8 \cdot 2^{30/5,6} \cdot 2^{40/7,2} = 3470.$$

Для обеспечения жизнедеятельности укрываемых, убежище оборудуется системами воздухообеспечения, водоснабжения, электроснабжения, связи и санитарно-технической системой.

В убежище установлено четыре фильтровентиляционных комплекта ФВК-1. Продуктивность комплекта в режиме чистой вентиляции –  $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а в режиме фильтровентиляции –  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .





Основным источником пыли при производстве песка и щебня аглопоритовых являются склады сырья и массозаготовительное отделение, где производятся транспортировка, выгрузка и дозировка сырьевых материалов.

Теплотехнические установки также являются источниками выброса пыли и за

Источники выделения пыли можно подразделить на организованные и неорганизованные. К неорганизованным относятся: узлы пересыпки сырья на складах сырья, транспортирующие устройства и др. К организованным источникам относятся: аспирирующее (обеспыливающее) оборудование.

Процессы, которые сопровождаются пылевыведением, а также обеспыливающее оборудование, позволяющее понизить запылённость воздуха до предельно допустимых концентраций представлены таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Параметры аспирационного воздуха и рекомендуемая система очистки

Наименование оборудования	Количество установочных единиц	Коэффициент загрузки	Параметры аспирационного воздуха			Рекомендуемая степень очистки
			Температура, °С	Концентрация пыли, г/м <sup>3</sup>	Объём, м <sup>3</sup> /час	
Глинорыхлительная машина	2	0,8	Окружающей среды	0,5	800	Циклоны ЦН-15 ВНИИОГАЗ
Бункер	4	0,8	То же	0,5-2,0	500	Циклоны ЦН-15
Элеватор	4	0,8	—	5,0	500-1100	Фильтры СМЦ, ПВМ
Молотковая дробилка	1	0,8	—	15	2800-3000	Циклоны ЦН-15
Конвейер ленточный	12	0,8	—	3,0-5,0	500-1000	Фильтры
Камневыделительные вальцы	2	0,8	—	1,5-2	1200	Циклоны ЦН-15
Вальцы тонкого помола	2	0,8	—	2,0	900	Циклоны ЦН-15
Смеситель лопастной	2	0,8	—	3,5	1200	Циклоны ЦН-15, СЦН-40
Гранулятор	2	0,8	—	2,0-5,0	1500	Циклоны ЦН-15
Агломерационная машина	2	0,8	170	15	15000	Циклоны ЦН-15
Роторная дробилка	2	0,8	50	3-5	2500-3000	Циклоны ЦН-15
Валковая дробилка	4	0,8	30	1,5-2	1200	Циклоны ЦН-15
Барабанное сито	2	0,8	20	20	800	Мокрые пылеуловители ГДП
Силоса	8	0,8	Окружающей среды	4,5	1000	Мокрые пылеуловители ГДП

Расчёт количества загрязняющих веществ (кг/г), поступающих в атмосферу определяется по формуле:

$$\Pi = v \cdot c \cdot 10^{-3} \cdot k, \quad (8.1)$$

где  $v$  – объём загрязняющего газа, м<sup>3</sup>/час;

$c$  – концентрация пыли в потоке загрязнённого газа, г/м<sup>3</sup>;

$k$  – коэффициент использования оборудования.

Количество пыли от глинорыхлительных машин

$$\Pi = 800 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2,56 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от бункеров

$$\Pi = 500 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,2 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от элеваторов

$$\Pi = 500 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,2 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от молотковой дробилки

$$\Pi = 2800 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 4,48 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от ленточных конвейеров

$$\Pi = 500 \cdot 12 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 9,6 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от камневыделительных валцов

$$\Pi = 1200 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,84 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от валцов тонкого помола

$$\Pi = 900 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2,88 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от лопастных смесителей

$$\Pi = 1200 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,84 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от грануляторов

$$\Pi = 1500 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 4,8 \text{ кг/г.}$$


Количество пыли от агломерационных машин

$$П = 15000 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 48 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от роторных дробилок

$$П = 2500 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от валковых дробилок

$$П = 1200 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 7,68 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от барабанных сит

$$П = 800 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2,56 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от силосов

$$П = 1000 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 12,8 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли, поступающей в атмосферу после очистки, определяется по формуле:

$$П_0 = П \cdot (100 - \eta) / 100, \quad (8.2)$$

где П – количество загрязняющих веществ, выделяющихся при различных технологических процессах до поступления на очистку;

$\eta$  – степень очистки пыли в установке, %. Степень очистки для циклонов - 60%, для мокрых пылеуловителей - 80%.

Количество пыли от глинорыхлительных машин, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_1 = 2,56 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,024 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от бункеров, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_2 = 1,28 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,28 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от элеваторов, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_3 = 3,2 \cdot (100 - 80) / 100 = 0,64 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от молотковой дробилки, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_4 = 4,48 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,8 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от ленточных конвейеров, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_5 = 9,6 \cdot (100 - 80) / 100 = 1,92 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от камневыделительных валцов, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_6 = 3,84 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,5 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от валцов тонкого помола, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_7 = 2,88 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,15 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от лопастных смесителей, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_8 = 3,84 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,54 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от грануляторов, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_9 = 1,92 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,92 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от агломерационной машины, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_{10} = 48 \cdot (100 - 60) / 100 = 19,2 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от роторных дробилок, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_{11} = 8 \cdot (100 - 60) / 100 = 3,2 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от валковых дробилок, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_{12} = 7,68 \cdot (100 - 60) / 100 = 3,07 \text{ кг/г.}$$

Количество пыли от барабанных сит, поступающей в атмосферу после очистки

$$П_{13} = 2,56 \cdot (100 - 80) / 100 = 0,5 \text{ кг/г.}$$



Вывод по восьмому разделу: Таким образом - в восьмом разделе работы разработаны вопросы безопасности и экологичности проекта.

## 9 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Объем капитальных вложений и финансирование. Общие инвестиционные затраты с НДС составят 8,5 млрд. рублей. Основные источники финансирования мероприятий технического перевооружения – собственные средства предприятия и средства инвестиционного фонда Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

Определение годовых издержек производства.

Суммарные годовые эксплуатационные расходы  $I$  имеют две составляющие - производственную  $I_{п}$  и капитальную  $I_{к}$  (вторая составляющая включает реновационную составляющую амортизации и плату за кредит):

$$I = I_m + I_{зн} + I_a \cdot 10^{-3} + I_{рем} \cdot 10^{-3} + I_{эл} + I_в + I_{пр} \cdot 10^{-3} = 1.77 \times 10^{11} \text{ руб/год,} \quad (9.1)$$

где:  $I_{т}$  - годовые затраты на топливо, руб.;

$I_{зн}$  - заработная плата обслуживающего персонала;

$I_{рем}$  - годовые затраты на ремонт;

$I_{ам}$  - реновационные отчисления;

$I_{эл}$  - оплата электроэнергии;

$I_в$  - оплата воды;

$I_{пр}$  - прочие расходы.

Затраты на топливо:

$$V_p = 1137 \cdot 4 = 4548 \text{ м}^3/\text{ч,}$$

$$C_m = 3738 \text{ руб/м}^3,$$

$$V_{m.год} = V_p \cdot 8760 = 3.98 \times 10^7 \text{ м}^3/\text{год,} \quad (9.2)$$

$$I_m = V_{m.год} \cdot C_m = 3.98 \times 10^7 \cdot 3.74 \times 10^3 = 1.49 \times 10^{11} \text{ руб/год,} \quad (9.3)$$

где:  $C_{т}$  - цена топлива руб/м<sup>3</sup>;

Для расчета заработной платы персонала составляем штатное расписание цеха печи по данным справочной таблицы 7.1.

Годовые затраты по заработанной плате обслуживающего персонала цеха печи:

$$I_{зн} = N \cdot \Phi = 56 \cdot 9.5 \cdot 10^7 = 5.32 \times 10^9 \text{ , руб/год,} \quad (9.4)$$

где  $N$  - количество персонала в цеху, чел., определенное по таблице 7.1;

$\Phi$  - годовой фонд зарплаты, принимается  $9,5 \cdot 10^7$  руб/чел/год.








## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом модернизация линии керамического кирпича были проведены расчеты, которые показали, что требуется модернизация с заменой горелок, обусловленная тем, что используемые двухпроводные газогорелочные устройства типа «Вулкан-газ» представляли собой простую конструкцию «труба в трубе». У этих горелок факел «повисший», оторванный от устья горелки. В связи с тем, что эти горелки «не держат» факел, их эксплуатация особо опасна в зонах, где температура ниже 800 °С. Специфика работы этих горелок такова, что 2 – 3 нижних ряда садки, как правило, остаются не обожженными..

Данная модернизация позволяет получить производство рентабельностью 39% сроком окупаемости 3 года.

Также были рассмотрены демонтажные работы и монтажные работы по футеровке и газовых горелках с учетом модернизации линии керамического кирпича.

При выполнении работы ее цель – модернизация линии керамического кирпича достигнута.

При этом были решены следующие задачи:

- технико-экономическое обоснование реконструкции предприятия;
- аналитический обзор технологии получения данного вида продукции и выбор способа производства;
- технологические расчеты;
- разработка мероприятий по охране труда и безопасности жизнедеятельности;
- разработка мероприятий по охране окружающей среды;
- оценка срока окупаемости инвестиций.

В результате модернизации энергоэффективность составляет 23%.

Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе.

