

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»  
Кафедра «Техника и технологии в металлургии»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛЬНЫХ ОГНЕУПОРОВ МАРКИ ПШПЦ С ЦЕЛЬЮ  
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2018. 863. ПЗ. ВКР

Руководитель, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы  
Студентка группы ДО – 515  
\_\_\_\_\_ М.А. Пучкова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск 2018

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)»  
Кафедра «Техника и технологии в металлургии»  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
на выпускную квалификационную работу студентки  
Пучковой Марии Александровны  
Группа ДО – 515

1 Тема работы

**Совершенствование технологии производства периклазошпинельных  
огнеупоров марки ПШПЦ с целью повышения качества выпускаемой  
продукции**

утверждена приказом по университету от 04.04.2018 г. № 580

2 Срок сдачи студентом законченной работы 01.07.2018 г.

3 Исходные данные к работе

1	Годовая производительность по готовой продукции 70000 тонн в год
2	Нормативно-техническая литература
3	Материалы курсовых проектов
4	Отчеты по производственной и преддипломной практик

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

1	Титульный лист
2	Задание на выпускную квалификационную работу
3	Аннотация
4	Содержание
5	Введение
6	Сравнительная анализ технологии производства периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ в России и за рубежом
7	Характеристика исходного сырья

8	Технология производства периклазошпинельных огнеупоров
9	Контроль производства
10	Подбор и расчет механического оборудования
11	Теплотехнические расчеты производства
12	Автоматизация производства
13	Безопасность жизнедеятельности
14	Экономический раздел
15	Заключение
16	Библиографический список
17	Приложения

#### 5 Перечень вопросов, подлежащих разработке

1	Предложения по изменению существующей технологии с целью создания ресурсо- и (или) энергосберегающей технологии или повышения качества выпускаемой продукции
2	Расчет материального баланса производства
3	Расчет теплового баланса производства
4	Подбор и расчет основного и вспомогательного оборудования
5	Расчет основных технико-экономических показателей с учетом предложенных изменений в существующую технологию

#### 6 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных плакатов в виде презентаций в программе PowerPoint)

1	Титульный лист: название работы
2	Актуальность работы
3	Цель и задачи работы
4	Характеристика исходного сырья
5	Технологическая схема
6	Чертеж смесителя интенсивного действия фирмы «Айрих»
7	Чертеж туннельной печи
8	Схема автоматизации туннельной печи
9	Физико-механические показатели
10	Технико-экономические показатели

#### 7 Календарный план выполнения ВКР

№п/п	Наименование этапов выполнения выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы
1	Сравнительный анализ технологии	28.04.2018–06.05.2018

	производства периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ в России и за рубежом	
2	Разработка и согласование с руководителем основных разделов ВКР, чертежей	07.05.2018–15.05.2018
3	Работа по основным разделам ВКР	16.05.2017–21.06.2018
5	Сдача ВКР для нормоконтроля	21.06.2018–25.06.2018
6	Представление ВКР на кафедру	26.06.2018
7	Проверка ВКР на заимствование в системе «Антиплагиат»	27.06.2018–30.06.2018
8	Проведение предварительной защиты ВКР	02.07.2018
9	Защита выпускной квалификационной работы	4.07.2018–5.07.2018

8 Дата выдачи задания 04.04.2018 г

Руководитель ВКР

Т.В. Баяндина

Задание принял к исполнению

М.А. Пучкова

## АННОТАЦИЯ

Пучкова М.А. Совершенствование  
технологии производства  
периклазошпинельных огнеупоров марки  
ПШПЦ с целью повышения качества  
выпускаемой продукции – Челябинск:  
ЮУрГУ, ДО – 515, 2018, 94 с., 18 ил.,  
библиогр. список – 19 наим., прил. – 5.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено изготовление периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ. В работе дана характеристика сырья, указана технологическая схема производства, рассчитан материальный баланс производства. Даны описания и расчеты механического оборудования. Предоставлена краткая характеристика туннельной печи, произведен расчет теплового баланса печи, горения топлива. Рассмотрена автоматизация туннельной печи, дано описание приборов. Произведен расчет экономической эффективности совершенствования производства. Описаны негативные факторы и меры защиты от их воздействия, меры по охране окружающей среды, ликвидация и предупреждение ЧС. В данной работе произведено совершенствование технологии производства периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ с целью повышения качества выпускаемой продукции.

					<i>18.03.01.2018.863.00.00</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>	<i>Совершенствование технологии производства периклазо- шпинельных огнеупоров марки ПШПЦ с целью повышения качества выпускаемой</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Пучкова М.А.				<i>ВКР</i>	5	94
<i>Проверил</i>					ЮУрГУ			
<i>Н.контр.</i>		Баяндина Т.В.						
<i>Утв.</i>		Баяндина Т.В.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛЬНЫХ ОГНЕУПОРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	10
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ.....	20
2.1 Спеченный периклазовый порошок.....	20
2.2 Плавленная алюмомагниева шпинель.....	21
2.3 Лигносульфونات технические.....	22
2.4 Плотнospеченный периклазовый клинкер.....	22
3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ПШПЦ.....	24
4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА.....	31
5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	34
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА .....	38
6.1 Расчет горения топлива.....	38
6.2 Размеры туннельной печи для обжига периклазошпинельного кирпича.....	40
6.3 Тепловой баланс печи.....	40
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА .....	55
7.1 Методы автоматического контроля технологических процессов.....	55
7.2 Дозирование компонентов шихты.....	56
7.3 Автоматизация туннельных печей.....	59
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	65
8.1 Негативные факторы и меры защиты от их воздействия.....	65
8.2 Охрана окружающей среды.....	69
8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.....	71
9 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
9.1 Организационный план.....	74

9.2 Затраты при расчете себестоимости.....	75
9.3 Рентабельность и срок окупаемости.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	87
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	88
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	94

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время повышение качества огнеупоров является актуальной задачей. Повысить качество огнеупоров можно путем использования качественного исходного сырья, правильно подобранного зернового состава.

Цель работы – совершенствование технологии производства периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ с целью повышения качества выпускаемой продукции.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- произвести сравнительный анализ технологий при производстве периклазошпинельных изделий марки ПШПЦ–81;
- дать характеристику сырья при производстве периклазошпинельных изделий марки ПШПЦ–81;
- описать технологию производства изделий;
- составить материальный баланс производства изделий;
- выбрать и рассчитать количество механического оборудования;
- произвести теплотехнические расчеты данного производства: описать устройство и принцип работы туннельной печи, произвести расчет горения топлива (природного газа), составить тепловой баланс туннельной печи по зонам подогрева и обжига и зоне охлаждения;
- описать технический контроль производства;
- описать автоматизацию производства;
- предложить изменения в производство периклазошпинельных изделий марки ПШПЦ–81;
- рассчитать технико-экономические показатели;
- изучить вопрос о безопасности жизнедеятельности при производстве периклазошпинельных изделий.

Предложенное изменение в существующую технологию позволяет увеличить термостойкость с 8 до 15 теплосмен; предел прочности при сжатии с



35 до 55 МПа и уменьшить открытую пористость с 22 до 18 %, что приведет к увеличению срока службы данного вида огнеупоров.

# 1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА

## ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛЬНЫХ ОГНЕУПОРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Их производство впервые в промышленном масштабе было налажено в середине 70-х годов в Японии, затем они стали производиться в Австрии (фирма «Файч-Радекс»), в Германии (фирма «Рефратехник») и в ряде других стран. Фирма «Файч-Радекс», производит в частности марок Анкраль-R16, Анкраль-R17, Анкраль-R19, Анкраль-R29, Радекс-АС90-С. Наиболее эффективно применение периклазошпинельных огнеупоров второго поколения марки Анкраль-R17, отличается высокой чистотой исходных компонентов шихты – шпинели и периклаза (содержание примесей не более 2%). Эти огнеупоры обладают повышенной химической стойкостью к воздействию клинкера, газовой среды и щелочей. В России данные изделия изготавливаются на ОАО «Комбинате «Магнезит» в ЦМИ-2.

Таблица 1 – Сравнительные физико-химические характеристики  
периклазошпинельных огнеупоров

Показатели	ОАО «Комбинат «Магнезит»	фирма «Файч- Радекс»
	ПШПЦ-81	Анкраль-R17
Массовая доля, %		
MgO	81	87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7–14	5
CaO	2,5	1,8
Открытая пористость, %	22	15–17
Предел прочности при сжатии, МПа	35	40
Температура начала деформации под нагрузкой, °С	1530	1700
Термостойкость (1300 °С), теплосмен	8	100

При производстве периклазошпинельных огнеупоров применяется  
плотнospеченный периклазовый клинкер (порошок).

Спеченный периклазовый клинкер представляет собой высококачественный порошок для производства огнеупорных изделий для футеровки тепловых агрегатов на предприятиях черной, цветной металлургии и цементной промышленности. Спеченный периклазовый клинкер получают путем обжига сырого магнезита.

Запасы сырого магнезита в России исчисляются более 3 млрд. т, промышленная добыча организована только на ООО «Группа «Магнезит» и только 20 % периклазового порошка закупается за рубежом (Китай, Турция, КНДР, Австрия и др.). Особенностью химического состава магнезитов Саткинской группы является повышенное содержание CaO с 3,0–3,5 до 6,0–7,0 %. Комбинат «Магнезит» производит обширную номенклатуру различных порошков, различающихся химическим и зерновым составами. Нормативно технической документацией регламентируется в основном содержание таких оксидов, как MgO, CaO и SiO<sub>2</sub>, а по назначению их разделяют на периклазовые порошки для производства изделий и металлургические порошки. Порошки для изделий – по химическому и зерновому составам должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10360–85. Периклазовые порошки с более высоким содержанием CaO (периклазоизвестковые) выпускаются комбинатом по ГОСТ 24862–85 [17].

Основные месторождения природного магнезита приведены в таблице 2.

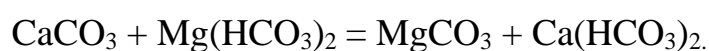
Таблица 2 – Основные зарубежные месторождения магнезита

Страна	Компания	Местоположение
Испания	MagnesitasNavarras SA	Zubiri, Navarra
Греция	Grecian Magnesite SA	Yerakini, Chalkidiki
Австрия	VeitscherRadex AG	Breitenau
Словакия	SMZ AS Jelsava	Jeisava
Турция	Kumas (KutahyaMagneziteWorkCorp)	Nr.Eskisehir, Kutahya
Индия	Dalmia Magnesite Corp	Salem, Tamil Nadu
Китай	Liaoning Magnesite and Refractories Corp	DashiqiaoHaicheng Citi, Liaoning

## Окончание таблицы 2

	Korean Magnesite Works	Tanchon, East coast
Страна	Компания	Местоположение
Австралия	Queensland Magnesia Project	RockhamptonQld
Бразилия	Magnesita SA	Pedra Preta nr. Brumado, Bahia sttse

Кристаллический магнезит представляет собой продукт изменения известняка или доломитов, полученный при воздействии на них растворов, содержащих двууглекислый магний:



Присутствие в магнезитах доломита вызывает необходимость обогащения. Существуют несколько способов обогащения магнезитов: в тяжелой водной суспензии, флотацией, химическим способом, бикарбонатным методом, аммонийным и термическим способами.

В промышленных условиях удаление кусков доломита из горной массы, содержащей смесь магнезита с доломитом, производят обогащением в тяжелой водной суспензии ферросилиция плотностью 2,87–3,0 г/см<sup>3</sup>, содержащей 14,5–15,5 % ферросилиция с размером частиц менее 0,063 мм (75–80 %) и магнетита. Сущность этого способа заключается в том, что плотность доломита ниже, чем у магнезита, и в процессе обогащения доломит всплывает, а магнезит тонет [17].

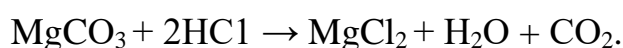
Перед обогащением природный магнезит измельчают до фракции мельче 120 мм, из которой отсевом удаляют фракцию мельче 8 мм, а затем разделяют на фракции 120–60 и 60–8 мм.

Обогащение в тяжелых суспензиях позволяет из сырья, содержащего до 15% примесей пустой породы, получить концентрат, содержащий 45–46 % MgO, 0,5–0,8 % SiO<sub>2</sub>, 0,8–1,2 % CaO, при степени извлечения магнезита 85–95 %. Полученный концентрат обжигают. Примеси SiO<sub>2</sub> и FeO при обогащении в тяжелых суспензиях не отделяются.

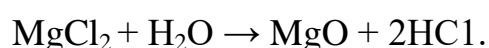
Для более полного обогащения применяют флотацию. Сущность этого

способа заключается в различной смачиваемости и прилипаемости собственно магнезита и его примесей к флотационным реагентам (смесь технических жирных кислот). Для проведения флотации магнезит измельчают до получения фракции 0,1–0,2 мм в количестве 70–85 %. Флотацией из исходного магнезита с содержанием 37–41 %  $MgCO_3$  удается получить концентрат с 45,5–46,5 %  $MgCO_3$ . При флотации содержание  $CaO$  снижается в 3–6 раз, а  $SiO_2$  до 0,1–0,3 %. Выход концентрата (степень извлечения) составляет 75–80 %. Основная часть жидкости (до 75 %) удаляется при сгущении, а остальная – при сушке концентрата. В пересчете на прокаленное вещество полученный методом флотации концентрат содержит до 96,5 %  $MgO$ . Это в ряде случаев ниже требований к чистоте исходного материала, поэтому встает вопрос о химических методах обогащения огнеупорных изделий. Известно, несколько методов химического обогащения. Наиболее перспективные из них: солянокислый с гидролизом хлористого магния, бикарбонатный, аммонийный [4].

По гидролизному способу природный магнезит разлагают соляной кислотой:



В осадке остаются силикаты и сульфидное железо. Раствор хлористого магния подвергается гидролизу в реакторе при 900–1000 °С:



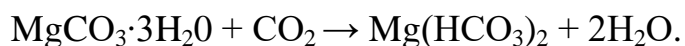
Образующийся газообразный хлористый водород адсорбируется водой и регенерируется до соляной кислоты, которая возвращается в начало процесса. Оксид магния осаждают в отстойниках и получают пасту. Таким путем удается получить продукт с содержанием  $MgO$  98,4 %;  $CaO$  0,7 %. Одной из трудностей в эксплуатации оборудования является необходимость тщательной защиты (применение коррозионно-стойкой стали) металлических частей от коррозии раствором соляной кислоты. Разработана аналогичная схема с применением азотной кислоты, менее агрессивной по отношению к металлу.

По бикарбонатному методу природный магнезит обжигают при 700–800 °С, а затем измельчают до размера частиц 0,25 мм. Карбонизацию полученного

оксида магния осуществляют в две стадии. На первой стадии:



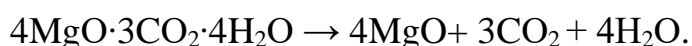
Гидрокарбонат получается в трудноосаждаемом состоянии и отделяется от неразложившихся примесей в гидроциклоне. На второй стадии суспензия гидрокарбоната карбонизируется под давлением углекислого газа 686–784 кПа:



Раствор бикарбоната магния после отделения от оставшихся нерастворимых примесей разлагается при нагревании с образованием нерастворимого основного карбоната:

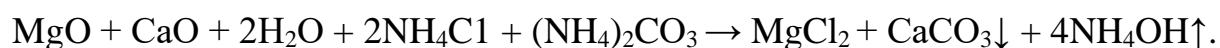


Выделяющийся при этом углекислый газ после сжатия возвращается в процесс. Выделенная из раствора паста основного карбоната магния прокаливается до оксида магния:



Получают легкие формы оксида магния – магнезию Альба (недоразложившийся основной карбонат) или магнезию Уста. Содержание MgO в них на прокаленное вещество 98–99 %. При высокотемпературном прокаливании основного карбоната магния получают плотные формы периклаза [4].

В аммонийном способе используется способность оксида магния растворяться в растворах аммонийных солей. Для этого исходную породу предварительно прокаливают при 600–800 °С, измельчают до размера частиц 0,1 мм и обрабатывают хлористым аммонием и карбонатом аммония:



Для смещения равновесия вправо реакцию проводят при нагревании до 70–80 °С и под вакуумом; аммиак при этом удаляется в газообразном состоянии. Хлористый магний подвергается гидролизу, как и в солянокислом способе.

Химические способы обогащения позволяют получить не только чистый оксид магния, но и разнообразные композиционные материалы путем соосаждения с регулируемым соотношением компонентов, в том числе материалы на основе системы MgO·CaO. При химическом обогащении существует

возможность регулировать способность оксида магния к спеканию. В экономическом отношении химические способы обогащения вполне эффективны.

Для повышения содержания MgO в периклазовом порошке применяют технологию термического обогащения исходного магнезитового сырья, сущность которого заключается в предварительном обжиге магнезита во вращающейся печи при температуре полного разложения магнезита (1000–1100 °С) по реакции



с получением каустического магнезита в виде дисперсного порошка, а доломит ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ) и кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), разлагающиеся при более высокой температуре, остаются в исходном состоянии.

Для повышения содержания MgO в периклазовом порошке ООО «Группа «Магнезит» освоил технологию термического обогащения исходного магнезитового сырья, сущность которого заключается в предварительном обжиге магнезита во вращающейся печи при температуре, исключающей возможность разложения доломита и кальцита (~1100 °С), удаления неразложившихся карбонатов кальция и других соединений путем классификации и последующего вторичного обжига дисперсного продукта при высоких температурах (1600–1700 °С).

На стойкость огнеупоров оказывает вид периклазовых порошков, которые условно различают:

- периклазовый клинкер из природных чистых магнезитовых руд с содержанием MgO до 97 %;
- синтетическая MgO, полученная из рапы или морской воды, содержащая, как правило, 97–99,8 % MgO в зависимости от температуры обжига;
- крупнокристаллический периклазовый спеченный порошок с размером кристаллов периклаза до 200 мкм. По зарубежной классификации – это так называемая LC-MgO («Large-crystal»-Sintermagnesia);
- плавленный периклазовый порошок со средним размером кристаллов от 400 до 850 мкм.

Эти разновидности порошков характеризуются высокими плотностью

(>3,40 г/см<sup>3</sup>), степенью чистоты и соотношением CaO/SiO<sub>2</sub>>4. Используют также комбинации указанных разновидностей порошков.

Повышение качества порошков достигается увеличением размеров кристаллов спеченного MgO, вследствие чего уменьшаются его удельная поверхность и скорость растворения в шлаке. Поэтому обжиг магнезита стремятся вести так, чтобы получить максимальный размер кристаллов MgO, который достигается повышением температуры и введением добавок (Fe<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>). Рост кристаллов в этом случае происходит за счет процессов рекристаллизации, однако вводимые добавки не всегда улучшают другие свойства.

При обжиге магнезита в шахтной печи получают кристаллы периклаза размером до 175–250 мкм.

Китай является одним из крупнейших поставщиков периклазового порошка на российский рынок. Основные запасы сырья магнезита (80%) сосредоточены в провинции Ляонин. Для получения качественного периклазового порошка фирма «LiaoningMagnesiteCo.» методом флотации получает магнезит, который после двукратного обжига содержит до 98 % MgO и менее 1,5 % SiO<sub>2</sub>. Готовый клинкер имеет следующий химический состав, %: MgO 98,08–98,19; CaO 0,75–0,77; SiO<sub>2</sub> 0,32–0,33; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,47–0,50.

Другая фирма «ЛИРР» поставляет на торговый рынок периклазовый порошок, полученный из рапы озера Чэркан, в воде которого содержится до 10 г/л ионизированного магния, что на 2 порядка выше, чем в морской воде [17]. После обжига пасты Mg(OH)<sub>2</sub> при температуре 900 °С, брикетирования под давлением 150 МПа и высокотемпературного обжига при 1800°С получают клинкер со следующими свойствами: кажущаяся плотность более 3,48 г/см<sup>3</sup>; открытая пористость <1,8 %; содержание оксидов, %: MgO 98,97; CaO 0,81; SiO<sub>2</sub> 0,24; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,11, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,05; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,017; соотношение CaO/SiO<sub>2</sub> = 3,62.

Свойства периклазовых порошков, применяемых для изготовления конвертерных огнеупоров в других странах, приведены в таблице 3.



Таблица 3 – Некоторые свойства периклазовых порошков зарубежных стран

Страна	Содержание, %						Плотность, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO		
Греция	1,5	0,1	0,5	2,9	0,01	95,0	3,35-	
Австрия	0,5	0,2	5,1	2,5	0,05	91,7	3,30-	
Турция	0,9	0,07	0,3	2,0	0,02	96,6	3,30-	
Япония	0,34	0,11	0,08	0,89	-	98,2	3,33	1,11
	2,19	0,07	0,08	1,29	-	96,3	3,32	1,75
	0,11	0,06	0,24	0,49	-	99,0	3,49	1,76

Периклазовые порошки фирмы «Татехо» отличаются повышенным содержанием MgO. Для производства огнеупоров выпускается шесть марок периклаза, показанных в таблице 4.

Таблица 4 – Свойства периклаза фирмы «Татехо» для производства огнеупоров

Показатель	Марка					
	КМА	КМА	КМВ	КМА	КМА	КМВ-ТЕ
1. Химический состав, %						
MgO	99,1	98,5	98,2	98,5	98	97,3
CaO	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	0,20	0,25	0,15	0,2	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
SiO <sub>2</sub>	0,20	0,40	0,60	0,40	0,50	0,70
2. Пористость, %	3,00	3,40	3,325	3,20	3,20	3,20
3. Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,43	3,40	3,35	3,20	3,20	3,20
4. Средний диаметр кристаллов, мкм	200	500	600	1000	1100	1100

Зерновой состав периклазовых порошков этих марок: 5–3 мм, 3–1 мм, 1–0,2 мм, 0,2–0,088 мм, менее 0,088 мм. Для фрикционных изделий выпускается периклаз марки TD-X, содержащий 99,4 % MgO. В Австралии наряду с компанией

Q MAG, производящей около 50 тыс. т плавленного периклаза, две марки которого EFH1 и EFH2 экспортируются, существует фирма «Magnesia Pty», производящая 21000 т плавленного периклаза. Характеристики экспортируемого периклаза приведены в таблице 5.

Таблица 5– Экспортный периклаз Австралии

Показатель	Марка F.FH1	Марка EFH2
MgO	97,6	96,2
CaO	1,8	2,8
SiO <sub>2</sub>	0,35	0,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	0,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1	0,1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,003	0,003
Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,54	3,48
Размер кристаллов, мкм	1000	600

Химический состав зарубежного периклаза также пестр и нестабилен. Так, «Динамит Нобель», кроме содержания оксида магния (96–98 %), диоксида кремния (1,5–2,5 %), оксида кальция (0,7–1 %) и оксидов железа (менее 0,1 %), указывает содержание оксидов бора (менее 0,005 %). Оксид алюминия не регламентируется. «Дженерал Электрик» для «высокочистого сорта» периклаза марки 12717 и «среднечистого сорта» марки 12716 указывает типичный химический состав, приведенный в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав периклаза компании «Дженерал Электрик»

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	
	Марка 12717	Марка 12716
MgO	97,3	95,5
SiO <sub>2</sub>	1,6	3
CaO	0,7	1,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1	0,08
Бор (частей на миллион)	300	5

Соотношение оксидов кремния и кальция, равное примерно 2,3, характерно не только для марки 12701. Очевидно, «Дженерал Электрик» и некоторые другие фирмы корректируют это соотношение в процессе производства периклаза.

Вместе с тем периклаз марки «Магнорайт-Л» компании «Нортон» имеет особый химический состав: кремния меньше, чем кальция, но при этом значительное содержание оксидов трехвалентных элементов  $R_2O_3$ , приведенных в таблице 7.

Таблица 7 – Химический состав периклаза фирмы «Нортон» США

Наименование оксидов	Содержание оксидов в %	
	Магнорайт-Л	Магнорайт-70
MgO	95,92	93,06
SiO <sub>2</sub>	0,9	3,9
CaO	1,18	1,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18	0,14
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,83	1J

Японская фирма «Татехо» производит из океанической воды 7 марок электротехнического периклаза, наиболее качественная марка КМАО-Н. По результатам фактического анализа периклаз этой марки содержит до 99,64 % оксида магния, 0,11 % диоксида кремния, 0,13 % оксида кальция.

Периклаз английской фирмы ТСЛ контролируется по четырем примесным оксидам, для которых в зависимости от марки установлены предельные концентрации в следующих диапазонах: SiO<sub>2</sub> – 2,75–4,5 %; CaO – 1,6 %; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,15–0,16 %; SO<sub>3</sub> – 0,015 %.

При замене сырья ТСЛ проверяет наличие в готовом продукте бора, щелочных металлов, железа, хрома, серы, цинка, меди, кобальта, никеля. По мнению фирмы, бор влияет только на спекаемость периклаза, а сера – на хромоникелевые сплавы, из которых изготавливаются спирали нагревательных элементов. Вне связи с официальными нормативами контроля качества ТСЛ с помощью самодельного устройства проверяет периодически выпускаемый электротехнический периклаз на спекаемость [12].

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

Изделия марки ПШПЦ–81 изготавливают на основе плотноспеченного периклазового клинкера, спеченного периклазового порошка с добавлением плавленной алюмомагниевого шпинели и лингосульфоната технические.

### 2.1 Спеченный периклазовый порошок

Сырьем для производства спеченного периклаза служит магнезит.

Магнезит – минеральной основой является карбонат  $MgCO_3$ . Плотность минерала  $2,98 \text{ г/см}^3$ , твердость по Моосу – 3,5–4,5. При нагревании магнезита наблюдается декарбонизация, сопровождающаяся образованием газообразной фазы ( $CO_2$ ) и новой твердой фазы ( $MgO$ ) с более высокой плотностью[4].

Оксид магния (периклаз) кристаллизуется в кубической сингонии, образуя бесцветные кристаллы плотностью  $3,58 \text{ г/см}^3$ , твердость – 5–6, температура плавления  $2800 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Наличие примесей в сырье негативно сказывается на огневых свойствах огнеупоров, изготавливаемых с использованием спеченного периклаза. Спеченный периклаз должен быть обожжен до возможно более плотного состояния при высоких температурах.

После обжига в спеченном периклазе должно содержаться более 91 %  $MgO$ , допустимое суммарное содержание  $SiO_2$  и  $Fe_2O_3$  менее 5 %.

Спеченный периклазовый порошок фракции 0,063–0 мм должен отвечать требованиям, указанным в таблице 8.

Таблица 8–Требования, предъявляемые к спеченному периклазовому порошку

Наименование показателей	Значение
	фр. 0,063–0 мм
1 Массовая доля оксидов, %: MgO, не менее	91

Окончание таблицы 8

Наименование показателей	Значение
	фр. 0,063–0 мм
CaO, не более	2,5
SiO <sub>2</sub> , не более	2,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не более	2,5
2 Массовая доля зерен, %: проход через сетку № 0,063, в пределах	95
3 Изменение массы при прокаливании, %, не более	0,5
4 Температура, °С, не более	40

2.2 Плавленая алюмомагниева шпинель

Плавленая алюмомагниева шпинель фракции 3–0 (3–0,5) мм, получаемая в ЦМП–4 при плавке кальцинированного (слабоспеченного, спеченного) периклазового порошка или каустического магнезитового порошка и глинозема (аспирационной пыли, уловленной при производстве плавленой алюмомагниева шпинели), должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 9 [12].

Таблица 9 – Требования к плавленой алюмомагниева шпинели

Наименование показателей	Значение	
	фр. 3–0 мм	фр. 3–0,5 мм
1 Массовая доля оксидов, %:		
MgO, в пределах	34,0–38,0	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , в пределах	60,0–64,0	
CaO, не более	1,0	
SiO <sub>2</sub> , не более	0,6	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не более	1,0	

Окончание таблицы 9

Наименование показателей	Значение	
	фр. 3–0 мм	фр. 3–0,5 мм
2. Массовая доля зерен, %:		
остаток на сетке № 3, не более	10	5
фр. 3–1мм, не менее	50	–
проход через сетку № 05, не более	–	10
проход через сетку № 0063, не более	5	–
3. Кажущаяся плотность по фр.3–1мм, г/см <sup>3</sup> , не менее	3,34	3,34
4. Массовая доля влаги, %, не более	0,5	0,5

2.3 Лигносульфонат технический

Лигносульфонаты технические должны отвечать требованиям, указанным в таблице 10.

Таблица 10 – Требования к лигносульфонатам техническим

Наименование показателей	Значение
1 Плотность при температуре 40–55 °С, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1210
2 Температура, °С, в пределах	40–55
3 Условная вязкость, с, не менее	50
4 Массовая доля сухих веществ, %, не менее	47

2.4 Плотнospеченный периклазовый клинкер

Плотнospеченный периклазовый клинкер от шахтной печи должен отвечать требованиям, указанным в таблице 11.

Таблица 11 – Требования к плотнospеченному периклазовому клинкеру

Наименование показателей	Значение			
	фр. 5-3	фр. 3-1	фр. 1-0,5	фр. 0,5-0
1 Массовая доля оксидов, %:				
MgO, не менее	94,0			
CaO, не более	2,2			
SiO <sub>2</sub> , не более	2,0			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не более	0,8			
2 Массовая доля зерен, %:				
Остаток на сетке № 5, не более	10	–	–	–
Остаток на сетке № 3, не более	–	10	–	–
Проход через сетку № 3, не более	30	–	20	–
Остаток на сетке № 1, в пределах	–	–	–	–
Проход через сетку № 1, не более	–	10	–	–
Остаток на сетке № 0,5, не более	–	–	–	15
Проход через сетку № 05, в пределах	–	–	20	–
Проход через сетку № 0,063, не более	–	–	–	20
3 Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup> , не менее	3,20	3,20	–	–
4 Массовая доля влаги, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5
5 Изменение массы при прокаливании, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5

### 3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОШПИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ПШПЦ

#### *Предложение по изменению*

В данной работе предлагается включить в приготовление шихты плотноспеченный периклазовый клинкер марки КПМ 5–3 мм для армирования данного изделия.

Состав шихты измениться и будет соответствовать требованиям, указанным в таблице 12.

Таблице 12 – Составы шихты на сырец изделия марки ПШПЦ

Компоненты шихты	Состав шихты, %
1. Порошок периклазовый спеченный фр. 0,063–0 мм	27±2
2. Периклазовый клинкер фр. 5–3 мм	15±2
3. Периклазовый клинкер фр. 3–1 мм	11±2
4. Периклазовый клинкер фр. 1–0,5 мм	17±2
5. Периклазовый клинкер фр. 0,5–0 мм	15±2
6. Плавленая алюмомагниева шпинель фр. 3–0,5 (3–0) мм	15±2

Физико-химические характеристики готовых периклазошпинельных огнеупоров приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Физико-химические характеристики периклазошпинельных огнеупоров марки ПШПЦ.

Показатели	Норма
Массовая доля оксидов, %	81
MgO, не менее	7,0–12,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , в пределах	2,5
CaO, не более	2,2
SiO <sub>2</sub> , не более	



### Окончание таблицы 13

Показатели	Норма
Открытая пористость, %, не более	18
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее	55
Температура начала деформации под нагрузкой, °С, не ниже	1530
Термостойкость, число теплосмен, не менее	15

Таким образом армируя изделия спеченным периклазовым порошком фракцией 5–3 мм огнеупорные периклазошпинельные марки ПШПЦ получаем:

- увеличивается термостойкость – с 8 до 15 теплосмен;
- увеличивается предел прочности при сжатии – с 35 до 55 МПа;
- уменьшается открытая пористость – с 22 до 18 %.

Технологическая схема производства изделий марки ПШПЦ после изменений показана на рисунке 1.

Плотнospеченный периклазовый клинкер (КПМ) для изготовления изделий подается с шахтной печи с ЦОМП. С печей клинкер классифицируется на грохоте на фракции 5–3; 3–1; 1–0,5 и 0,5–0 мм по бункерам. Тонкомолотая фр. 0,063–0 мм готовится в трубомельнице.

АМШ привозится машиной из ЦМП–4. Загрузка производится через загрузочные промежуточные бункера.

Далее все составляющие шихты подаются в расходные бункера прессового отделения.

Дозировка составляющих шихту компонентов осуществляется автоматическими весовыми дозаторами. Добавка лигносульфонатов осуществляется автоматическими объемными дозаторами.

Смешение всех составляющих производят в интенсивном смесителе. Смешенная масса выгружается в кубели и мостовым краном подается в бункера над прессом. Прессование производится на гидравлическом прессе.

Спрессованные изделия, отвечающие требованиям технических условий,

укладываются на поддоны. Укладка на поддоны производится в соответствии с технологической и нормативной документацией на требования к сырцу изделий. Поддоны отправляются на садку. Садку на туннельные вагоны производят садочными автоматами. Сушка изделий производится в туннельных сушилках отходящими газами на первых позициях туннельной печи.

Обжиг изделий производится в туннельных печах [13].

После обжига изделия остужают и подают на сортировку, где производят отбор качественной продукции и ее укладкой на поддоны. Бракованную продукцию складывают в контейнера и отправляют на переработку.

Технологическая схема производства изделий марки ПШПЦ показана на рисунке 1.

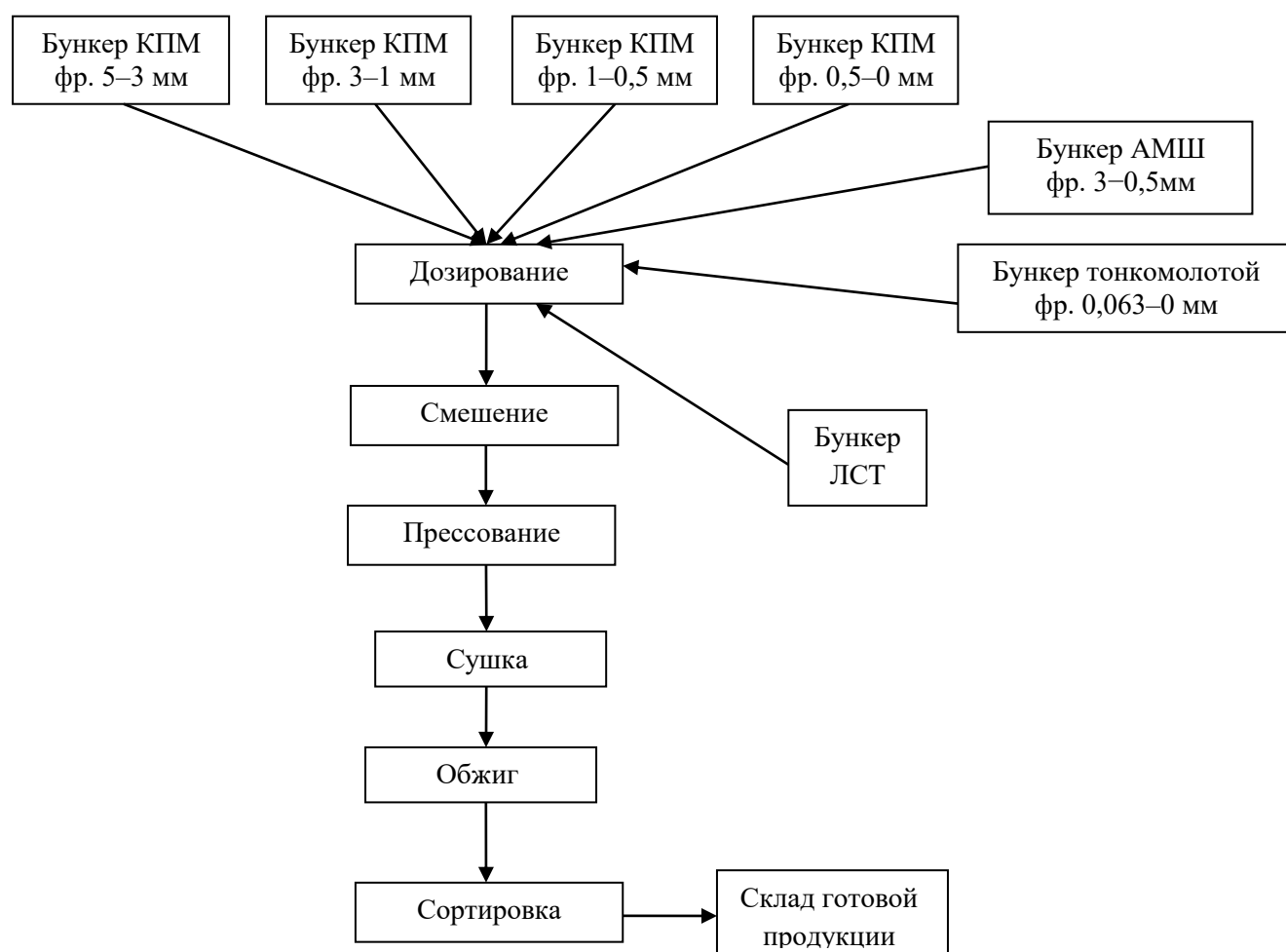


Рисунок 1– Технологическая схема производства изделий марки ПШПЦ–81А

### *Материальный баланс производства*

Выход готовых изделий ПШПЦ – 70000 т/год.

Исходные данные:

- п.п.п. магнезита 49 %;
- зольность ЛСТ 20 %;
- сухой остаток 43 %;
- влажность массы: 2 %;
- безвозвратные потери при транспортировке периклаза и шпинели: 1 %;
- брак прессования: 3 % (возврат брака 100 %);
- брак обжига: 3 % (возврат брака 95 %);
- пылеунос при обжиге во вращающейся печи: 10 % (возврат 95 %, идет на плавку);
- унос при плавке шпинели: 3 % (возврат 95 %).

Состав шихты:

- АМШ: фр. 3–1мм – 15 %;
- КПМ: фр. 5–0мм – 57 %;
- фр. 0,063–0 мм – 28 %.

1. Выход из обжига с учетом брака:

$$\frac{70000 \cdot 100}{(100 - 3)} = 72164,9 \text{ т.}$$

- брак обжига: 2164,9 т;
- возвращается в производство:  $2164,9 \cdot 0,95 = 2056,7$  т;
- безвозвратные потери:  $2164,9 - 2056,7 = 108,2$  т.

2. Посажено в печь по фактической массе:

$$\frac{72164,9 \cdot 100}{(100 - 2)} = 73637,7 \text{ т;}$$

- испаряется влаги:  $73637,7 - 72164,9 = 1472,8$  т.

3. Формуется изделий по абсолютно сухой массе с учетом брака:

$$\frac{72164,9 \cdot 100}{(100 - 3)} = 74369,9 \text{ т.}$$

4. То же по фактической массе с учетом брака:

$$\frac{73637,7 \cdot 100}{(100 - 3)} = 75915,2 \text{ т.}$$

– брак прессования:  $75915,2 - 73637,7 = 2277,5 \text{ т.}$

– брак по абсолютно сухой массе:

$$\frac{2277,5 \cdot (100 - 2)}{100} = 2231,9 \text{ т.}$$

5. Технологическая вода:

$$75915,2 - 74396,9 = 1518,3 \text{ т.}$$

– с запасом 10 %:  $1518,3 \cdot 1,1 = 1670,1 \text{ т.}$

– потери воды:  $1670,1 - 1518,3 = 151,8 \text{ т.}$

6. ЛСТ:

– раствор ЛСТ:

$$\frac{1518,3 \cdot 100}{(100 - 43)} = 2663,7 \text{ т.}$$

– сухой ЛСТ:  $2663,7 - 1518,3 = 1145,4 \text{ т.}$

– выгорает ЛСТ:  $1145,4 \cdot 0,8 = 916,3 \text{ т.}$

– зола ЛСТ:  $1145,4 - 916,3 = 229,1 \text{ т.}$

7. Необходимо спеченного периклаза с учетом возврата:

$$(74396,9 - 2277,5 - 2056,7) \cdot 0,83 = 58189,8 \text{ т.}$$

8. То же с учетом потерь на транспортировку:

$$\frac{58189,8 \cdot 100}{(100 - 1)} = 58777,6 \text{ т.}$$

– безвозвратные потери:  $58777,6 - 58189,8 = 587,8 \text{ т.}$

9. Выходит из печи с учетом п.п.п.:

$$\frac{58777,6 \cdot 100}{(100 - 49)} = 1152502 \text{ т};$$

– п.п.п.:  $1152502 - 58777,6 = 564726 \text{ т}$ .

10. То же с учетом пылеуноса:

$$\frac{1152502 \cdot 100}{(100 - 10)} = 1280558 \text{ т}.$$

– пылеунос:  $1280558 - 1152502 = 128056 \text{ т}$ ;

– возврат пыли:  $128056 \cdot 0,95 = 121653 \text{ т}$ ;

– безвозвратные потери:  $128056 - 121653 = 6403 \text{ т}$ .

11. Необходимо шпинели с учетом возврата:

$$(743969 - 2277,5 - 2056,7) \cdot 0,17 = 119184 \text{ т}.$$

12. То же с учетом потерь при транспортировке:

$$\frac{119184 \cdot 100}{(100 - 1)} = 120388 \text{ т}.$$

– безвозвратные потери:  $120388 - 119184 = 1204 \text{ т}$ .

13. Выходит из печи с учетом пылеуноса:

$$\frac{120388 \cdot 100}{(100 - 3)} = 124111 \text{ т}.$$

– пылеунос:  $124111 - 120388 = 3723 \text{ т}$ ;

– возврат пыли:  $3723 \cdot 0,95 = 353,7 \text{ т}$ ;

– безвозвратные потери:  $3723 - 353,7 = 18,6 \text{ т}$ .

14. Необходимо шпинели с учетом возврата пыли:

$$(124111 - 353,7) \cdot 0,72 = 86813 \text{ т}.$$

15. Необходимо MgO с учетом возврата пыли:

$$(124111 - 353,7) \cdot 0,28 = 33761 \text{ т}.$$

Полученные данные заносятся в таблицу 13.

Таблица 14 – Материальный баланс производства

Приход	т	Расход	т
Плотноспеченный периклазовый клинкер	128055,8	выпускаемые изделия	70000,0
возврат брака обжига	2056,7	брак обжига	2164,9
брак прессования	2231,9	испаряется влаги в печи	1472,8
вода технологическая	1670,1	брак прессования	2277,5
ЛСТ	1145,4	потери воды	151,8
АМШ	8681,3	выгорает ЛСТ	916,3
возврат пыли от плавки	353,7	потери на транспорт периклаза	587,8
MgO с учетом возврата пыли	3376,1	потери на транспорт шпинели	120,4
		п.п.п. магнезита	56472,6
		пылеунос при обжиге	12805,6
		пылеунос при плавке	372,3
		зола ЛСТ	229,1
ИТОГО:	147571,1	ИТОГО:	147571,1

Невязка баланса:

С учетом заданной годовой производительности 70000 тонн в год необходимо следующее сырье: КПМ – 128055,8 т, АМШ – 8681,3 т, ЛСТ – 1145,4 т.

#### 4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Качество огнеупоров определяется технологией их производства и зависит от состояния контроля за соблюдением технологии. Контроль производства ПШПЦ изделий складывается из контроля сырья, контроля технологического процесса, контроля готовой продукции[10].

Технический контроль производства осуществляется Управлением контролем качества и исследования (УККиИ), права и обязанности, которого определяются типовым положением: УККиИ представляет собой самостоятельное структурное подразделение. Основной обязанностью УККиИ является осуществление контроля качества выпускаемой продукции, строгого соответствия ее стандартам и технологическим условиям. УККиИ контролирует соблюдение установленной технологии на всех стадиях производства, а также качество поступаемого в цех сырья, топлива, материалов.

Лабораторные работы по контролю технологического процесса возлагают на цеховую лабораторию. Контроль качества изделий и правильность его складирования является первой и очень важной операцией в общей схеме контроля производства. Технические условия на сырье в зависимости от его вида регламентируют химический состав, влажность, водопоглощение, а также показатели общего вида – крупность кусков. Результаты лабораторных анализов и испытаний заносят в журнал [10].

Контроль технологического процесса – текущий контроль производства предусматривает:

- соблюдение технологии процесса;
- предупреждение причин, приводящих к браку продукции.

В цехе при разработке схемы контроля производства регламентируют: точки контроля; частоту контроля; персонал, осуществляющий контроль или отбор проб; содержание контроля; методы контроля.

На все операции по отбору проб и осуществление контроля составляют лабораторные инструкции. По результатам текущего контроля за месяц работники

УККиИ составляют отчет по качеству продукции, который обсуждается на совещании по качеству.

Выходной контроль – контроль качества готовой продукции [10].

В таблице 15 представлен текущий контроль технологии изготовления изделий ПШПЦ.

Таблица 15 – Контроль технологии производства изделий ПШПЦ [11]

Наименование контролируемого материала	Контролируемые параметры	Место отбора проб	Кто отбирает пробу	Частота отбора проб и определений	Кто производит определения
2. Тонкомолотый периклазовый порошок фр.0,063-0мм.	1. Массовая доля: CaO, SiO <sub>2</sub> , MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO/SiO 2. Массовая доля зерен на сетках №0063 3. П.П.П. 4. Температура	Пересыпное устройство после трубомельницы	УККиИ -“- -“- ЦМИ	12 раз в сутки -“- 2 раз в сутки 1 раз в сутки	УККиИ -“- -“- -“-
3. Плотноспеченный периклазовый клинкер фр. 5-3, 3-1,1-0,5, 0,5-0 мм.	1. Массовая доля: CaO, SiO <sub>2</sub> , MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO/SiO, П.П.П. 2. Массовая доля зерен на сетках №№ 6;5;4;3;1; 0,5; 0,063 3. Пористость открытая, каж. плотность (по фр.5-3, 3-1мм) 4. Насыпная плотность (по фр.6-0мм) 5. Массовая доля влаги	Ленточный конвейер -“- -“- -“- -“-	УККиИ -“- -“- -“- -“-	От каждого бункера -“- -“- -“- -“-	УККиИ -“- -“- -“- -“-
4. Плавленная алюмомагниева шпинель фр. 3-0 мм из ЦМП-4	1. Массовая доля: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, SiO <sub>2</sub> , MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2. Массовая доля зерен на сетках №№ 3,1,05,01 3. Массовая доля влаги 4. Кажущаяся плотность по фр. 3-1 мм	Ленточный конвейер -“- -“- -“-	УККиИ -“- -“- -“-	При необходимости -“- -“- -“-	УККиИ -“- -“- -“-
5.ЛСТ	1. Плотность 2. Температура 3. Вязкость 4. Массовая доля сухого остатка	Расход. баки	ЦМИ -“- -“- -“-	3 раз в сутки 1 раз в сутки	ЦМИ -“- УККиИ -“-



Окончание таблицы 15

Наименование контролируемого материала	Контролируемые параметры	Место отбора проб	Кто отбирает пробу	Частота отбора проб и определений	Кто производит определения
6. Приготовление массы	1. Состав шихты 2. Перемешивание	Линии дозирования, смеситель	ЦМИ -“-	От каждого замеса	
7. Свежеспрессованные изделия	1. Внешний вид и размеры 2. Кажущаяся плотность	Пресс	Прессовщик обеспечивает качество изделий. Технолог смены – 3 раза в смену от каждого работающего пресса		
8. Изделия на печном вагоне	1. Соответствие схемам садок	Печной вагон	ЦМИ	Каждый вагон	ЦМИ

Для повышения качества выпускаемой продукции необходимо производить контроль на стадиях приготовления исходного сырья, масс, изделий свежеспрессованных и обожженных.

## 5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет количества используемого оборудования определяется формулой:

$$n = \frac{Q_{год}}{Q_{ч} \cdot \tau \cdot k_{исп}}, \quad (1)$$

где  $Q_{год}$  – годовая потребность материала с учетом потерь;  $Q_{ч}$  – часовая производительность оборудования, т/ч;  $\tau$  – количество часов в году с учетом ремонтов, ч;  $k_{исп}$  – коэффициент использования оборудования.

Для смешения используем смеситель «Айрих» тип R11, с максимальной производительностью 8 т/ч. Характеристика смесителя представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика смесителя «Айрих» тип R11

Наименование показателя	Показатель
Производительность, т/ч	3,6
Масса, загружаемая в смеситель, кг.	400
Время полного цикла смешения, мин.	7
Мощность двигателя, кВт	75

Расчёт необходимого количества смесителей:

$$n = \frac{75915,2}{3,6 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,93.$$

Принимаем один смеситель «Айрих» тип R11.

Для прессования и достижения высокого качества изделий применяется пресс для формования сырца фирмы «Laeis» типа HPF, характеристика представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики прессов HPF – 1600 фирмы «Laeis»

Наименование показателя	Показатель
Усилие прессования, т	1600
Усилие выталкивания, т	160

Окончание таблицы 17

Наименование показателя	Показатель
Количество прессований в минуту	4,5
Высота засыпки, мм	500
Давление прессования, атм	320
Цикл прессования, сек	20
Мощность электродвигателя, кВт	70

Определим часовую производительность прессы:

$$Q_{\text{ч}}^{\text{пресс}} = \frac{m \cdot z \cdot 3600}{t_{\text{ц}} \cdot 1000},$$

где  $m$  – масса одного изделия, принимаем средний вес 4,2 кг;  $z$  – количество одновременно прессуемых изделий, 3 шт;  $t_{\text{ц}}$  – цикл прессования, 3 с.

$$Q_{\text{ч}}^{\text{пресс}} = \frac{4,2 \cdot 3 \cdot 3600}{3 \cdot 1000} = 15,12 \text{ т/ч.}$$

Расчёт количество необходимых прессов:

$$n = \frac{74369,9}{15,12 \cdot 8760 \cdot 0,7} = 0,80.$$

Принимаем один пресс HPF – 1600 фирмы «Laeis».

Для обеспечения высокой точности дозирования порошков используется автоматический весовой дозатор 4488ДН–У–1–6,3. В процессе работы дозатора происходит непрерывное взвешивание материала, проходящего над весоизмерительным устройством, а также измерение скорости движения ленты. Управляющий прибор рассчитывает текущую производительность дозатора и, при отклонении полученного результата от задания, формирует корректирующий сигнал на регулируемый частотный привод [2].

Технические характеристики дозатора приведены в таблице 18.

Для дозирования ЛСТ выбираем дозатор жидкостной управляемый объемом 15 дм<sup>3</sup> типа ДЖУ–15. В дозатор ЛСТ поступает из бака объемом в 600 л, где поддерживается в необходимом состоянии непрерывным перемешиванием с

подогревом. Технические характеристики приведены в таблице 18.

Для дозирования мелких сыпучих пылящих материалов выбираем дозатор ДМС–50–2. Характеристики приведены в таблице 19.

Таблица 18 – Технические характеристики дозатора 4488ДН–У–1–6,3

Наименование показателя	Показатель
Предел допускаемой погрешности взвешивания, %	0,5
Производительность дозатора, т/ч	6,3
Режим работы	непрерывный или периодический
Масса, кг, не более	500

Расчёт количество необходимых дозаторов порошков принимаем по технологической схеме принимаем пять дозатора порошков.

Таблица 19 – Техническая характеристика ДЖУ–15

Наименование показателя	Показатель
Объем дозатора	15 дм <sup>3</sup>
Допустимое значение погрешности при дозировании	1 %
Масса	44,5 кг

Расчёт количество необходимых дозаторов для ЛСТ:

$$n = \frac{2667,3/1,21}{15 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,34.$$

Принимаем один дозаторов для ЛСТ.

Таблица 20 – Технические характеристики дозатора ДМС–50–2

Наименование показателя	Показатель
Предел допускаемой погрешности взвешивания, %	1,25
Производительность дозатора, т/ч	2–8
Масса, кг, не более	40–50

Расчёт количество необходимых дозаторов для пыли:

$$n = \frac{58189,8 \cdot 0,36}{5 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,96.$$

Принимаем один дозаторов для пыли.

Ленточный конвейер является наиболее распространенным средством непрерывного транспорта в огнеупорной промышленности. Его применяют для перемещения в горизонтальной или наклонной плоскости, как разнородных насыпных грузов (дробленой, молотой и кусковой глины, кварцита, магнезита, хромита и др.), так и штучных грузов (сырца, готового изделия)[2]. Параметры указаны в таблице 21.

Таблица 21 – Технологическая характеристика ленточного конвейера

Наименование показателя	Показатель
Ширина ленты, мм	500
Производительность, тонн/час	9,5
Электродвигатель:	
тип	А 42-4
мощность, кВт	2,8
число оборотов в минуту	1420

Расчёт количество необходимых конвейеров:

$$n = \frac{124111}{9,5 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,19.$$

Принимаем один ленточный конвейер.

Вывод: для изготовления 70000 тонн в год ПШПЦ изделий было подобрано и определено необходимое количество основного механического оборудования – один пресс «Laeis» и вспомогательные – один смеситель «Айрих», пять дозатора 4488ДН–У–1–6,3, один дозатор ДЖУ–15, один дозатор ДМС–50–2, один ленточный конвейер.

## 6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1 Расчет горения топлива

Основным топливом для туннельных печей служит природный газ. Применяем природный газ Тюменского месторождения. Состав сухого газа предоставлен в таблице 22.

Таблица 22 – Состав сухого газа

CH <sub>4</sub> , %	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , %	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , %	N <sub>2</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %	Сумма, %
98,16	0,70	0,22	0,05	0,82	0,05	100

Газ считается с коэффициентом расхода воздуха  $\alpha = 1,2$  [7].

Содержание влаги в воздухе 1,0%. Пересчитаем состав сухого газа на влажный рабочий газ:

$$CH_4^{вл} = CH_4^c \frac{100 - H_2O}{100} = 98,16 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 97,18 \%. \quad (2)$$

Далее производится расчет и сводится в таблицу 23.

Таблица 23 – Состав влажного газа

CH <sub>4</sub> <sup>вл</sup> , %	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> <sup>вл</sup> , %	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> <sup>вл</sup> , %	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> <sup>вл</sup> , %	N <sub>2</sub> <sup>вл</sup> , %	CO <sub>2</sub> <sup>вл</sup> , %	H <sub>2</sub> O, %	Сумма, %
97,18	0,69	0,22	0,05	0,81	0,05	1,00	100

Определим теплоту сгорания газа:

$$Q_H^p = 358,2CH_4 + 637,5C_2H_6 + 912,5C_3H_8 + 1186,5C_4H_{10} + 1460,8C_5H_{12} \quad (3)$$

$$Q_H^p = 358,2 \cdot 97,18 + 637,5 \cdot 0,70 + 912,5 \cdot 0,22 + 1186,5 \cdot 0,05 = 35433 \text{ кДж/нм}^2.$$

Теоретически необходимое количество сухого воздуха:

$$L_o = 0,0476(2 \cdot CH_4 + 3,5 \cdot C_2H_6 + 5 \cdot C_3H_8 + 6,5 \cdot C_4H_{10}), \quad (4)$$

$$L_o = 0,0476(2 \cdot 97,18 + 3,5 \cdot 0,69 + 5 \cdot 0,22 + 6,5 \cdot 0,05) = 9,43 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Влагосодержание атмосферного воздуха  $d = 10$  г/кг сух.воз. Находится теоретическое необходимое количество атмосферного воздуха с учетом его влажности:

$$L'_0 = 1,016 \cdot L_0(5)$$

$$L'_0 = 1,016 \cdot 9,43 = 9,58 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Действительное количество воздуха при коэффициенте расхода  $\alpha=1,2$  находится:

$$\text{сухого воздуха } L_\alpha = \alpha \cdot L_0 = 1,2 \cdot 9,43 = 11,32 \text{ нм}^3/\text{нм}^3; \quad (6)$$

$$\text{атмосферного воздуха } L'_\alpha = \alpha \cdot L'_0 = 1,2 \cdot 9,58 = 11,50 \text{ нм}^3/\text{нм}^3. \quad (7)$$

Количество и состав продуктов горения при  $\alpha = 1,2$ :

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + 2 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 3 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 5 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12}); \quad (8)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2 \cdot \text{CH}_4 + 3 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 4 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 5 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 6 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12} + \text{H}_2\text{O} + 0,16d \cdot L_\alpha); \quad (9)$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot L_\alpha + 0,01 \text{ N}_2; \quad (10)$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1) \cdot L_0. \quad (11)$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(0,01 + 97,18 + 2 \cdot 0,70 + 3 \cdot 0,22 + 4 \cdot 0,05) = 0,994 \text{ нм}^3/\text{нм}^3;$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2 \cdot 97,18 + 3 \cdot 0,70 + 4 \cdot 0,22 + 5 \cdot 0,05 + 1 + 0,16 \cdot 10 \cdot 11,32) = 2,157 \text{ нм}^3/\text{нм}^3;$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 11,32 + 0,01 \cdot 0,82 = 8,951 \text{ нм}^3/\text{нм}^3;$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(1,2 - 1) \cdot 9,43 = 0,396 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Общее количество продуктов горения составляет:

$$V_\alpha = 0,994 + 2,157 + 8,951 + 0,396 = 12,50 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

$$m_{\text{O}_2} = V_{\text{O}_2} \cdot \rho \cdot \alpha. \quad (12)$$

$$V_{\text{O}_2} = L_0 \cdot 0,2 \cdot 100. \quad (13)$$

Содержание влаги в воздухе составляет  $L'_\alpha - L_\alpha = 11,50 - 11,32 = 0,18$ .

Теоретическую температуру горения. Для этого находим теплосодержание продуктов горения с учетом подогрева воздуха до  $t_{\text{воз}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  при  $\alpha = 1,2$ .

По  $i-t$ -диаграмме теплоту нагрева атмосферного воздуха:  $t'_{\text{воз}} = 129,8 \text{ кДж}/\text{нм}^3$ .

$$\text{Тогда } t_{\text{общ}} = \frac{35433}{12,50} + \frac{11,50 \cdot 1200}{12,50} = 3939 \text{ кДж}/\text{нм}^3. \quad (14)$$

По  $i-t$ -диаграмме находим теоретическую температуру горения при

$\alpha = 1,2 - t_{\text{теор}} = 2250 \text{ }^\circ\text{C}$ . Калориметрическая температура горения по этой же диаграмме при  $\alpha = 1,2 - t_{\text{к}} = 2390 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 6.2 Размеры туннельной печи для обжига периклазошпинельного кирпича

Для обжига принимается туннельная печь длиной 156 м, шириной 3,2 м, высотой от головки рельса до свода – 2,2 м. Производительность 6850 т/час [8].

Температура обжига – 1650 °С.

Режим обжига:

время подогрева:  $\tau_{\text{под}} = 75$  час;

время обжига:  $\tau_{\text{обж}} = 30$  час;

время охлаждения:  $\tau_{\text{охл}} = 47$  час;

$$\Sigma = 152 \text{ час.}$$

Задаем стандартные размеры вагонетки, высоту садки и вес садки:

высота садки:  $H_{\text{садки}} = 1,2$  м;

вес садки:  $G_{\text{садки}} = 8,4$  т;

длина вагонетки:  $L_{\text{вагонетки}} = 3$  м;

ширина вагонетки:  $B_{\text{вагонетки}} = 3,1$  м;

высота вагонетки:  $H_{\text{вагонетки}} = 1,6$  м.

Определяем высоту печного канала:

$$H_{\text{печи}} = h_{\text{вагонетки}} + h_{\text{садки}} + 10\text{см} = 2,2 \text{ м.} \quad (15)$$

Определяем ширину печи:

$$B_{\text{печи}} = 3,1 + 0,1 = 3,2 \text{ м.} \quad (16)$$

Определяем количество вагонеток:

$$n_{\text{вагонеток}} = L_{\text{печи}}/3 = 156/3 = 52 \text{ шт.} \quad (17)$$

## 6.3 Тепловой баланс печи

Зона подогрева и обжига [5]

Приход тепла

Химическое тепло от горения топлива:

$$Q_{\text{гор}} = 4,187 \cdot Q_{\text{н}} \cdot V, \quad (18)$$

где  $V$  – расход топлива,  $\text{м}^3/\text{с}$ .



$$Q_{гор} = 4,187 \cdot 35433 \cdot V = 14835 \cdot V \text{ кДж.}$$

Физическое тепло воздуха определяем:

$$Q_{воз} = L_{\alpha} \cdot t_{воз} \cdot V, \quad (19)$$

где  $L_{\alpha}$  – действительное количество воздуха, подаваемое для горения топлива,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;  $t_{воз}$  – теплосодержание воздуха,  $\text{кДж}/\text{м}^3$ .

Считая, что весь воздух, необходимый для горения поступает в печь из холодильника с температурой  $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

По расчету горения топлива  $L_{\alpha} = 11,50 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ,  $i_{возд} = 816,5 \text{ кДж}/\text{м}^3$ , тогда

$$Q_{воз} = 4,187 \cdot 11,50 \cdot 816,5 \cdot V = 39315 \cdot V \text{ кДж.}$$

$$Q_{прих} = Q_{гор} + Q_{воз} = 14835 \cdot V + 39315 \cdot V = 187673 \cdot V \text{ кДж.}$$

Расход тепла

Расход тепла на нагрев материалов до температуры обжига:

$$Q_{нагр} = 4,187 \cdot (P_{час} \cdot c_k t_k - P_c \cdot c_n t_n), \quad (20)$$

где  $P_{час}$  – часовая производительность печи,  $\text{кг}/\text{ч}$ ;  $c_n$ ,  $c_k$  – теплоемкость материала при начальной и конечной температурах,  $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{град}$ ;  $t_n$ ,  $t_k$  – начальная и конечная температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$t_n = 80 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_k = 1300 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$C_n = 0,824 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{град};$$

$$C_k = 1,218 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{град}.$$

$$Q_n = 4,187 \cdot 6850 \cdot (1,218 \cdot 1300 - 0,824 \cdot 80) = 43522768 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на испарение физической влаги, содержащейся в материале:

$$Q_{исп} = 4,187 \cdot [600 - 0,47(t_{ух} - t_n^M)] W_{вл}, \quad (21)$$

где  $W$  – количество испаряемой влаги,  $\text{кг}/\text{час}$ :

$$W = P_{час} \frac{\omega}{100 - \omega} = 6850 \frac{1}{100 - 1} = 69,19 \text{ кг}/\text{час}. \quad (22)$$

где  $\omega$  – относительная влажность материала, поступающего в печь, %;

600 – постоянная величина расхода тепла на испарение 1 кг воды,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

0,47 – теплоемкость водяных паров,  $\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $t_n^M$  – температура влажных

материалов, поступающих в печь, 80 °С;  $t_{yx}$  – теплосодержание водяных паров, 250 °С.

$$Q_{исп} = 4,187 \cdot [600 - 0,47(250+80)] \cdot 69,19 = 150672 \text{ кВт.}$$

Потери тепла с уходящими продуктами горения, объем продуктов горения:

$$Q_{дым} = V_{\alpha} \cdot i_{дг} \cdot V, \quad (23)$$

где  $V_{дым}$  – объем продуктов горения, уходящих из рабочего пространства печи с учетом подсосов окружающего воздуха, м<sup>3</sup>/с;  $i_{дг}$  – энтальпия продуктов горения при температуре уходящих газов, 346,45 кДж/м<sup>3</sup>.

$$Q_{дым} = 4,187 \cdot 12,50 \cdot 346,45 \cdot V = 18132 \cdot V \text{ кДж.}$$

Потери тепла через кладку (футеровку).

$$Q_{окр} = \frac{4,187 \cdot F(t_k - t_n)}{\sum \frac{S}{\lambda_{cp}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (24)$$

где  $F$  – площадь стен и свода, м<sup>2</sup>;  $t_n$  – температура газа на данном участке, °С;  $t_k$  – температура окружающего воздуха, °С;  $\sum \frac{S}{\lambda}$  – сумма тепловых сопротивлений отдельных слоев кладки, Вт/м<sup>2</sup>·град;  $S$  – толщина слоя кладки, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м·град;  $\alpha_2$  – коэффициенты теплопередачи воздуха и газа, Вт/м<sup>2</sup>·град, принимаем  $\alpha_2 = 15$  Вт/м<sup>2</sup>·град

Потери через стены:

Позиция 1–5,  $L = 15$  м (рисунок 2)

$$F = 15 \cdot 2,2 \cdot 2 = 66 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 250 \text{ °С};$$

$$t_2 = 140 \text{ °С};$$

$$t_3 = 80 \text{ °С}.$$

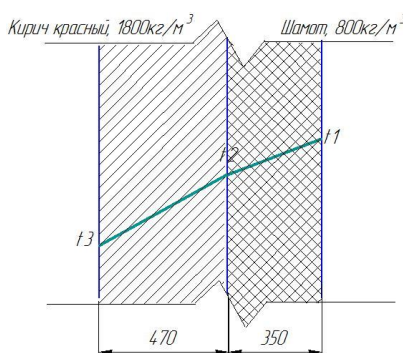


Рисунок 2 – Разрез футеровки стены на 1–5 позициях

$$\lambda_{ср1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{250 + 140}{2} = 0,29 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{140 + 80}{2} = 0,53 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(250 - 80) \cdot 66 \cdot 4,187}{\frac{0,35}{0,29} + \frac{0,47}{0,53} + \frac{1}{15}} = 21746 \text{ кДж.}$$

Позиция 6–10, L = 15 м (рисунок 3)

$$F = 15 \cdot 2,2 \cdot 2 = 66 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 450 \text{ °С};$$

$$t_2 = 300 \text{ °С};$$

$$t_3 = 150 \text{ °С};$$

$$t_4 = 80 \text{ °С}$$

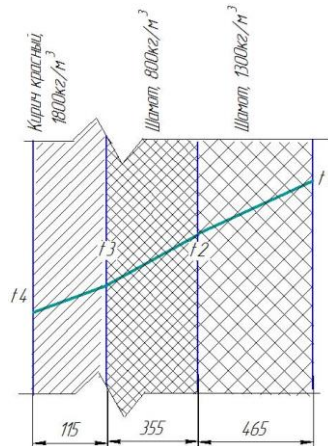


Рисунок 3 – Разрез футеровки стены на 6–10 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{450 + 300}{2} = 0,68 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{300 + 150}{2} = 0,31 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{150 + 80}{2} = 0,53 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(450 - 80) \cdot 66 \cdot 4,187}{\frac{0,465}{0,68} + \frac{0,355}{0,31} + \frac{0,115}{0,53} + \frac{1}{15}} = 41857 \text{ кДж.}$$

Позиция 11–19, L = 27 м (рисунок 4)

$$F = 27 \cdot 2,2 \cdot 2 = 118,8 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 900 \text{ °С};$$

$$t_2 = 650 \text{ °С};$$

$$t_3 = 420 \text{ °С};$$

$$t_4 = 280 \text{ °С};$$

$$t_5 = 100 \text{ °С}$$

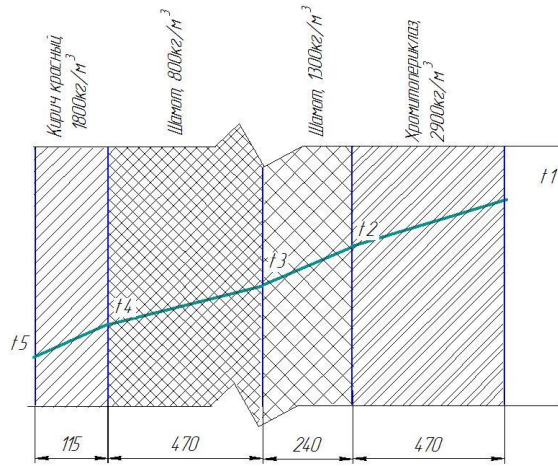


Рисунок 4 – Разрез футеровки стены на 11–19 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{900 + 600}{2} = 1,83 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 420}{2} = 0,71 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{420 + 280}{2} = 0,36 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср4}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{280 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{\text{окр}} = \frac{(900 - 100) \cdot 118,8 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{1,83} + \frac{0,240}{0,71} + \frac{0,470}{0,36} + \frac{0,115}{0,57} + \frac{1}{15}} = 183478 \text{ кДж.}$$

Позиция 20–31, L = 36 м (рисунок 5)

$$F = 36 \cdot 2,2 \cdot 2 = 158,4 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 1300 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 1050 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 800 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 600 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_5 = 280 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_6 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

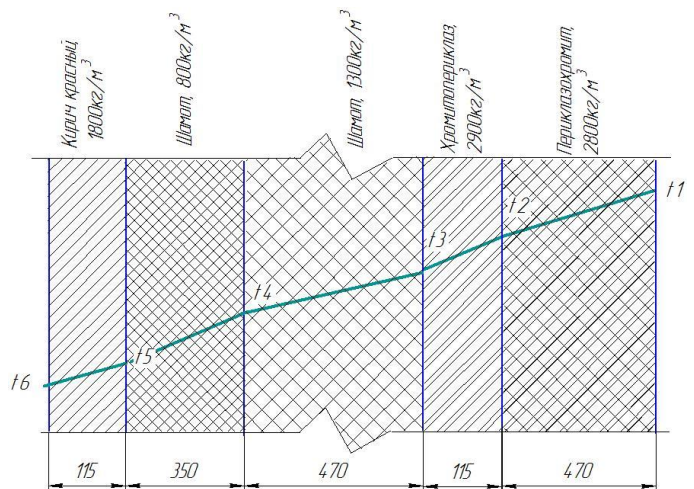


Рисунок 5 – Разрез футеровки стены на 20–31 позициях

$$\lambda_{cp1} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1300 + 1050}{2} = 3,04 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{1050 + 800}{2} = 1,68 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{800 + 600}{2} = 0,74 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{600 + 280}{2} = 0,40 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp5} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{280 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(1300 - 100) \cdot 158,4 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{3,04} + \frac{0,115}{1,68} + \frac{0,470}{0,74} + \frac{0,350}{0,40} + \frac{0,115}{0,57} + \frac{1}{15}} = 397612 \text{ кДж.}$$

Потери через свод:

Позиция 1–10, L = 30 м (рисунок 6)

$$F = 30 \cdot 3,2 = 96 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 460 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 190 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

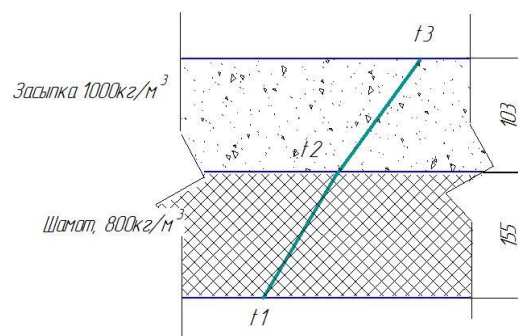


Рисунок 6 – Разрез футеровки свода на 1–10 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{460 + 180}{2} = 0,35 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,30 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(460 - 80) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,35} + \frac{0,103}{0,30} + \frac{1}{15}} = 131964 \text{ кДж.}$$

Позиция 11–19, L = 27 м (рисунок 7)

$$F = 27 \cdot 3,2 = 86,4 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 900 \text{ °С};$$

$$t_2 = 400 \text{ °С}.$$

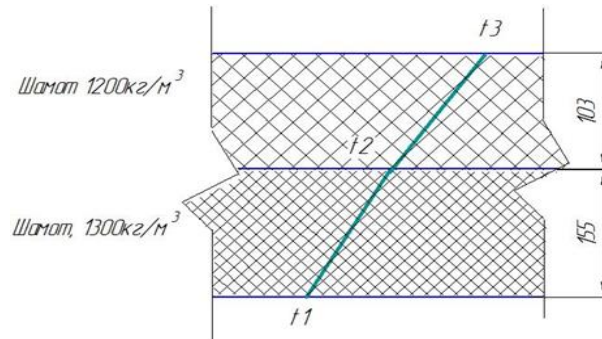


Рисунок 7 – Разрез футеровки свода на 11–19 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{900 + 400}{2} = 0,73 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{400 + 100}{2} = 0,44 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{\text{окр}} = \frac{(900 - 100) \cdot 86,4 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,73} + \frac{0,103}{0,44} + \frac{1}{15}} = 564048 \text{ кДж}.$$

Позиция 20–31, L = 36 м (рисунок 8)

$$F = 36 \cdot 3,2 = 115,2 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 1300 \text{ °С};$$

$$t_2 = 750 \text{ °С};$$

$$t_3 = 400 \text{ °С};$$

$$t_4 = 100 \text{ °С}.$$

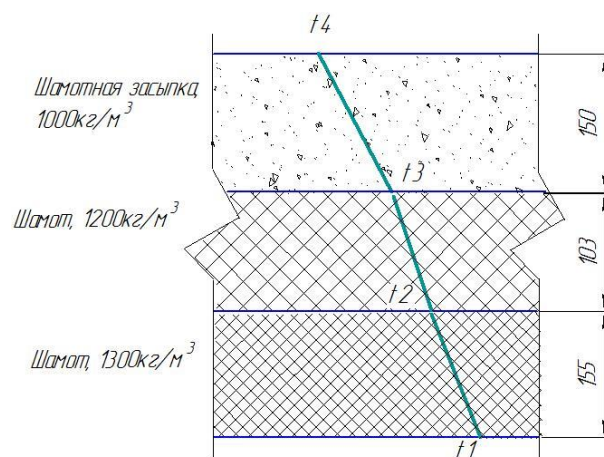


Рисунок 8 – Разрез футеровки свода на 20–31 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 2,8 - 0,00098t = 2,8 - 0,00098 \cdot \frac{1300 + 750}{2} = 1,80 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{750 + 400}{2} = 0,55 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{ср3} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{400 + 100}{2} = 0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(1300 - 100) \cdot 115,2 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{1,80} + \frac{0,103}{0,55} + \frac{0,150}{0,35} + \frac{1}{15}} = 849960 \text{ кДж.}$$

Общее количество теплоты:

$$\Sigma Q_{окр1} = 21746 + 41857 + 183478 + 397612 + 131964 + 564048 + 849960 = 2190665 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на нагрев транспортных устройств:

$$Q_{мп} = G'_{\phi} (C'_{\kappa} t_{\kappa1} - C'_n t_n) + G''_{\phi} (C''_{\kappa} t_{\kappa2} - C''_n t_n) + G'''_{\phi} (C'''_{\kappa} t_{\kappa3} - C'''_n t_n), \quad (25)$$

$$C'_{\kappa} = m_1 \cdot V, \quad (26)$$

где  $m_1$  – масса 1-го слоя (ПХР), 5100 кг;  $V$  – скорость движения вагонетки:

$$V = n/\tau = 52/62,4 = 0,83 \text{ ваг/в час.}$$

$$C'_{\kappa} = 5100 \cdot 0,83 = 4249,9 \text{ кг/час};$$

$m_2$  – масса 2-го слоя (высокоглиноземистый слой), 4200 кг:

$$C''_{\kappa} = 4200 \cdot 0,83 = 3486 \text{ кг/час};$$

$m_3$  – масса 3-го слоя (шамотный слой), 1970 кг:

$$C'''_{\kappa} = 1970 \cdot 0,83 = 1631,5 \text{ кг/час.}$$

$$Q_{мп} = 4249,9 \cdot (0,291 \cdot 1300 - 0,175 \cdot 50) + 3486 \cdot (0,27 \cdot 800 - 0,19 \cdot 50) + 1631,5 \cdot (0,223 \cdot 400 - 0,197 \cdot 50) \times 4,187 = 10146537 \text{ кДж.}$$

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{неуч} = (0,05 - 0,1) Q_{прих} = 0,1 \cdot 187673 \cdot B = 187675 \cdot B. \quad (27)$$

$$Q_{расх} = 43522768 + 150672 + 18132 \cdot B + 2190665 + 10146537 + 18767 \cdot B = 36899 \cdot B + 56010642$$

$$Q_{прих} = Q_{расх}$$

$$187673 \cdot B = 56010642 + 36899 \cdot B$$

$$B = 371,49 \text{ м}^3/\text{час.}$$

## 6.4 Зона охлаждения [5]

### Приход тепла

Тепло обожженных изделий, поступающих из зоны обжига в зону охлаждения:

$$Q_M = 4,187 \cdot P_{cm} \cdot C_M \cdot t_{п}, \quad (28)$$

где  $P$  – производительность печи, 6850 кг/ч;  $C_M$  – теплоемкость обжигаемых изделий, 0,302 кДж/кг·град;  $t_{п}$  – температура обжигаемых изделий, поступающих в зону охлаждения, 1300 °С.

$$Q_M = 4,187 \cdot 6850 \cdot 0,302 \cdot 1300 = 11260141 \text{ кДж.}$$

### Тепло выносимое футеровкой вагонетки

$$Q_{\phi} = 4,187 \cdot G_{\phi} \cdot C_{\phi} \cdot t_{\phi}, \quad (29)$$

где  $G_{\phi}$  – вес футеровки вагонетки, 11270 кг;  $C_{\phi}$  – теплоемкость вагонетки при средней температуре, 0,831 кДж/кг·град;  $t_{\phi}$  – температура вагонетки, 900 °С.

$$Q_{\phi} = 4,187 \cdot 11270 \cdot 0,831 \cdot 900 = 35291524 \text{ кДж.}$$

### Физическое тепло воздуха, нагнетаемого в зону охлаждения

$$Q_B^{\circ} = V_B^{\circ} \cdot i_B^{\circ} \quad (30)$$

где  $V_B^{\circ}$  – объем воздуха, подаваемого на охлаждение материалов;

$i_B^{\circ}$  – теплосодержание воздуха, подаваемого на охлаждение материалов,

$i_B^{\circ} = 125,34 \text{ кДж/м}^3$ .

$$Q_B^{\circ} = 4,187 \cdot 125,34 \cdot V_B^{\circ} = 524,80 \cdot V_B^{\circ} \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_M + Q_{\phi} + Q_B^{\circ}. \quad (31)$$

$$Q_{\text{прих}} = 11260141 + 35291524 + 524,80 \cdot V_B^{\circ} = 46551665 + 524,80 \cdot V_B^{\circ} \text{ кВт.}$$

### Расход тепла

Потери тепла через кладку.

Позиция 32–37,  $L = 18 \text{ м}$  (рисунок 9)

$$F = 18 \cdot 2,2 \cdot 2 = 79,2 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 1200 \text{ °С};$$

$$t_2 = 700 \text{ °С};$$



$$t_3 = 550 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 350 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_5 = 200 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_6 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

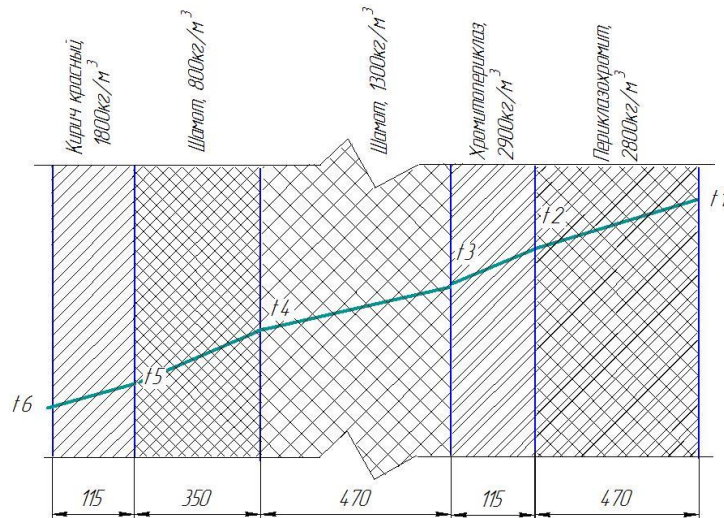


Рисунок 9 – Разрез футеровки стены на 32–37 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1200 + 700}{2} = 3,22 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{700 + 550}{2} = 1,78 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{550 + 350}{2} = 0,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср4}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{350 + 200}{2} = 0,33 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср5}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{200 + 100}{2} = 0,55 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{\text{окр}} = \frac{(1200 - 100) \cdot 79,2 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{3,22} + \frac{0,115}{1,78} + \frac{0,470}{0,69} + \frac{0,350}{0,33} + \frac{0,115}{0,55} + \frac{1}{15}} = 163715 \text{ кДж}.$$

Позиция 38–41, L = 12 м (рисунок 10)

$$F = 12 \cdot 2,2 \cdot 2 = 52,8 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 700 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 550 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 340 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 180 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_5 = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

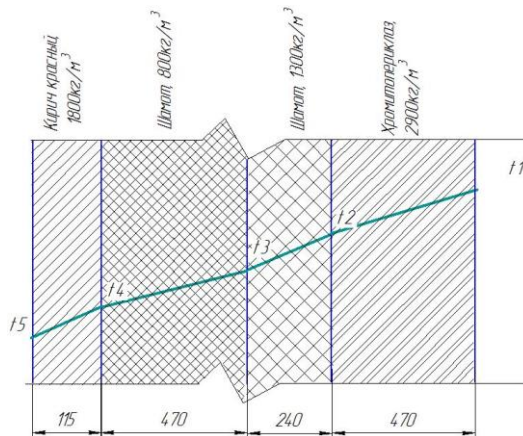


Рисунок 10 – Разрез футеровки стены на 38–41 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{700 + 550}{2} = 1,78 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{550 + 340}{2} = 0,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{340 + 180}{2} = 0,32 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср4}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,54 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{\text{окр}} = \frac{(700 - 100) \cdot 52,8 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{1,78} + \frac{0,240}{0,69} + \frac{0,470}{0,32} + \frac{0,115}{0,54} + \frac{1}{15}} = 58072 \text{ кДж.}$$

Позиция 42–46, L = 15 м (рисунок 11)

$$F = 15 \cdot 2,2 \cdot 2 = 66 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 500 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 360 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 180 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

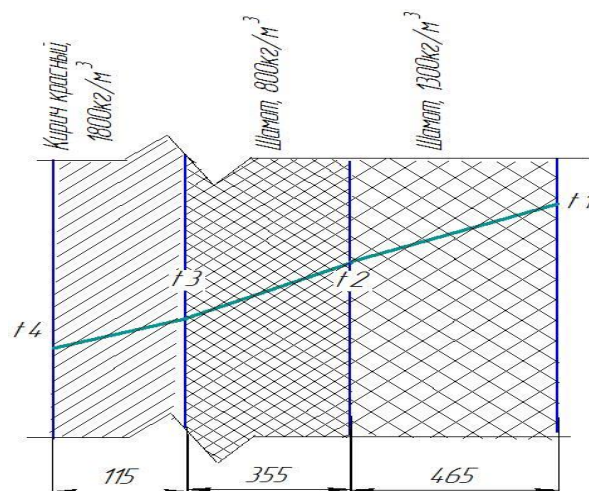


Рисунок 11 – Разрез футеровки стены на 42 – 46 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{500 + 360}{2} = 0,69 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{360 + 180}{2} = 0,33 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,54 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(500 - 80) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,465}{0,69} + \frac{0,230}{0,33} + \frac{0,115}{0,54} + \frac{1}{15}} = 102283 \text{ кДж.}$$

Позиция 47–57, L = 18 м (рисунок 12)

$$F = 18 \cdot 2,2 \cdot 2 = 79,2 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 300 \text{ °C};$$

$$t_2 = 100 \text{ °C};$$

$$t_3 = 80 \text{ °C.}$$

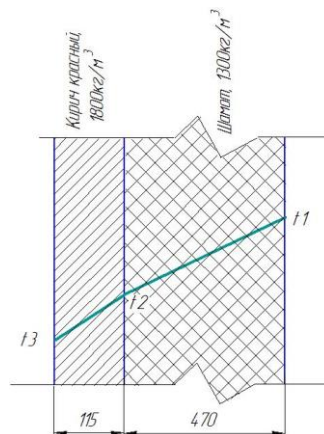


Рисунок 12 – Разрез футеровки стены на 42–57 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{300 + 100}{2} = 0,64 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{100 + 80}{2} = 0,52 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр 47-57} = \frac{(300 - 80) \cdot 79,2 \cdot 4,187}{\frac{0,35}{0,64} + \frac{0,47}{0,52} + \frac{1}{15}} = 48079 \text{ кДж.}$$

Потери через свод:

Позиция 32–41, L = 30 м (рисунок 13)

$$F = 30 \cdot 3,2 = 96 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 1000 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 700 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 400 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

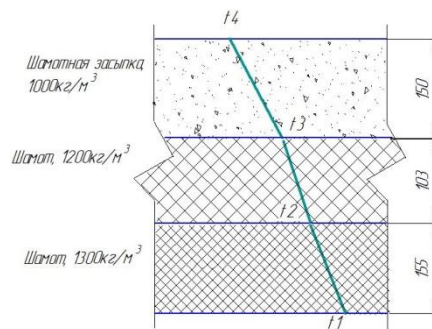


Рисунок 13 – Разрез футеровки свода на 32–41 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{1000 + 700}{2} = 0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{700 + 400}{2} = 0,54 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{400 + 100}{2} = 0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{\text{окр}} = \frac{(1000 - 100) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,76} + \frac{0,103}{0,54} + \frac{0,150}{0,35} + \frac{1}{15}} = 406502 \text{ кДж.}$$

Позиция 42–46, L = 18 м (рисунок 14)

$$F = 18 \cdot 3,2 = 57,6 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 600 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 400 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

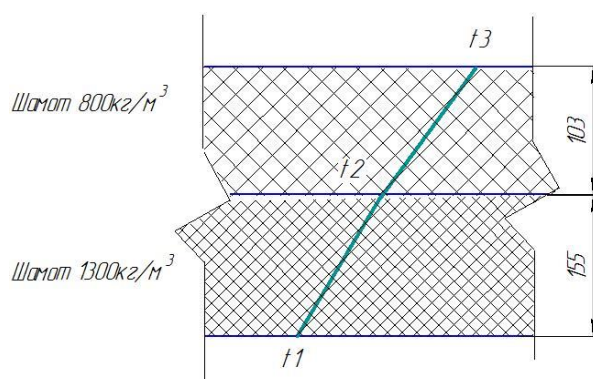


Рисунок 14 – Разрез футеровки свода на 42–46 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 400}{2} = 0,70 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{400 + 80}{2} = 0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(600-80) \cdot 57,6 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,70} + \frac{0,103}{0,35} + \frac{1}{15}} = 124050 \text{ кДж.}$$

Позиция 47–57, L = 18 м (рисунок 15)

$$F = 18 \cdot 3,2 = 57,6 \text{ м}^2;$$

$$t_1 = 370 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 18 \text{ }^\circ\text{C}.$$

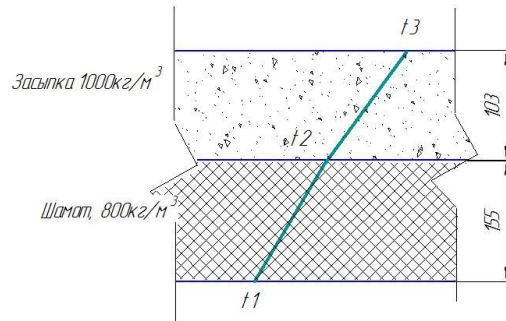


Рисунок 15 – Разрез футеровки свода на 47–57 позициях

$$\lambda_{ср1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{370 + 180}{2} = 0,33 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{ср2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,29 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр} = \frac{(370-80) \cdot 57,6 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,33} + \frac{0,103}{0,29} + \frac{1}{15}} = 78448 \text{ кДж}$$

Общее количество теплоты:

$$\sum Q_{окр2} = 163715 + 58072 + 102283 + 480798 + 406502 + 124050 + 78448 = 981149 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на нагрев транспортных устройств:

$$Q_{тр} = 4249,9 \cdot (0,254 \cdot 900 - 0,226 \cdot 600) + 3486 \cdot (0,261 \cdot 600 - 0,249 \cdot 400) + \\ + 1631,5 \cdot (0,223 \cdot 400 - 0,2 \cdot 100) \times 4,187 = 4224086 \text{ кДж.}$$

Тепло воздуха, отводимого на сторону:

$$Q_B^c = V_B^c \cdot t_B \cdot c_B, \quad (32)$$

где  $V_B^c$  – объём воздуха обираемого на сушку,  $(50-60) \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  $c_B$  – теплоёмкость воздуха,  $c_B = 1,331 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{град}$ ;  $t_B$  – температура воздуха,  $t_B = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_B^c = 50000 \cdot 250 \cdot 1,331 \cdot 4,187 = 69661213 \text{ кДж.}$$

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{неуч} = 0,1 \cdot Q_{прих} = 0,1 \cdot (46551665 + 524,80 \cdot V_B) = 4655167 + 52,48 \cdot V_B \text{ кДж.} \quad (33)$$

$$Q_{расх} = 981149 + 4284086 + 69661213 + 4655167 + 52,48 \cdot V_B = 79521615 + 52,48 \cdot V_B.$$

$$Q_{прих} = Q_{расх}.$$

$$46551665 + 524,80 \cdot V_B = 79521615 + 52,48 \cdot V_B$$

$$V_B = 69804,26 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Тепловой баланс всей печи, при  $V = 371,49 \text{ м}^3/\text{час}$  и  $V_B = 69804,268 \text{ м}^3/\text{час}$

Таблица 24 – Тепловой баланс обжига ПШПЦ изделий

Приход	кДж	%	Расход	кДж	%
Тепло на горение топлива	55113513	36,04	Расход тепла на нагрев материала	43522768	28,46
Физическое тепло воздуха	14605129	9,55	Расход тепла на испарение влаги	150672	0,10
Тепло, вносимое обожженными изделиями	1126041	7,36	Потери тепла с уходящими продуктами горения топлива	6735857	4,41
Тепло, вносимое футеровкой вагона	35291524	23,08	Расход тепла на нагрев транспортирующих средств	10146537	6,64
Физическое тепло воздуха, нагнетаемого в зону охлаждения	36633278	23,96	Потери тепла в окружающую среду	3171814	2,07
			Потери тепла с выходящими из печи вагонами	4224086	2,76
			Тепло воздуха, отводимого на сторону	69661213	45,56
			Неучтенные потери	8318495	5,44
			Невязка	-18,36	–
Итого	152903586	100	Итого	152903586	100

Вывод: для получения ПШПЦ изделий основным топливом для туннельных печей служит природный газ Тюменского месторождения с составом:  $\text{CH}_4$  – 98,16 %,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,70 %,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,22 %,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 0,05 %,  $\text{N}_2$  – 0,82 %,  $\text{CO}_2$  – 0,05 %.

## 7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

### 7.1 Методы автоматического контроля технологических процессов

Разработка и внедрение любых по сложности систем автоматического давления не мыслимы без надежных средств измерения [7].

Одним из важных технологических параметров являются химический состав и физические свойства исходных компонентов шихты. Большинство операций отбора, разделки и доставки проб в химическую лабораторию и сам экспресс-анализ производится вручную, с большой затратой времени. Информация о результатах анализа поступает к агломератчику с опозданием, не позволяющим предпринять оперативное воздействие на процесс. Чтобы ускорить передачу информации, применяют телетипные аппараты с цифропечатающими устройствами, а для автоматического контроля в потоке рентгеноспектральный метод анализа.

Устройства, применяемы для контроля количества материала в бункерах, выполняет двойную функцию; как датчик наличия материала и как измерителя уровня. Информация об уровне шихты используется преимущественно в системах автоматического весового дозирования.

Контроль уровня шихты в бункерах осуществляется обычно электродными, принцип работы которых основан на изменении электрического сопротивления между электродами и шихтой при изменении уровня.

Индикация уровня осуществляется в четырех точках по высоте бункера с помощью стержней электродов 1–4 различной длины. Электроды изолированы друг от друга и последовательно с ними включены реле К1–К4, срабатывающие, когда уровень шихты достигнет стержня – электрода при этом загорается соответствующая индикаторная лампочка [2].

Для непрерывного контроля уровня шихты применяют датчик, в основу работы которого положен электромагнитный принцип. Положение уровня материалов в бункерах, контролируют также с помощью радиоизотопных датчиков, принцип работы которых основан на поглощении лучей при их

прохождении через слой материала.

Контроль увлажнения шихты основывается на непосредственном изменении влажности и контроле косвенных параметров определяющих качество шихты при ее увлажнении. В системах автоматического контроля увлажнения шихты получим распространение нейтронный и электрический метод.

Нейтронный метод основан на измерении замедления нейтронов атомами водорода. Если облучать влажный материал быстрыми нейтронами и сосчитать количество медленных нейтронов полученных в результате рассеяния нейтронного потока в материале можно определить количество атомов водорода и косвенно влагосодержание материала. Чем больше количество медленных нейтронов тем выше влагосодержание.

## 7.2 Дозирование компонентов шихты

Подготовка шихты – одна из важнейших операций получения качественного сырца. Наиболее постоянный состав шихты достигается при дозировании компонентов по массе. Поэтому основной задачей автоматизации шихтовых отделений является точное автоматическое дозирование и поддержание заданного постоянного состояния компонентов шихты в соответствии с расчетом шихты. Измерение расходов компонентов осуществляется весоизмерительными устройствами, а дозирование по массе тарельчатыми, барабанными или вибрационными питателями, производительность которых меняется путем изменения сечения потока шихты, регулированием частоты вращения тарелки (для тарельчатых питателей), изменением угла наклона или амплитуды и частоты колебаний лотка (для вибрационных питателей) [3].

Применяются два типа систем автоматического дозирования: системы, в которых задается расход каждого компонента; следящие системы, в которые задается соотношение расхода «ведомого» и «ведущего» компонентов.

Расход компонентов из бункеров 1, показанный на рисунке 16, контролируется датчиками 1а, 2а и 3а, установленными на транспортерах 3, и



измерительными приборами 1б, 2б и 3б. Сигналы с приборов, пропорциональные расходам соответствующих компонентов, поступают на регуляторы расхода 1г, 2г и 3г. Заданное (расчетное) значение расхода каждого компонента поступает с задатчиков 1в, 2в и 3в. При отклонении текущего значения расхода от заданного, регуляторы вырабатывают управляющее воздействие и исполнительные механизмы 1д, 2д и 3д через вибропитатели 2 приводят расход в соответствие с заданием. В рассматриваемой системе необходимое соотношение между компонентами, поступающими на сборный транспортер 4, устанавливается с помощью задатчиков. Это значит, что в случае необходимости изменить расход одного из компонентов для обеспечения постоянства соотношения всех компонентов следует изменить положения задатчиков и остальных компонентов.

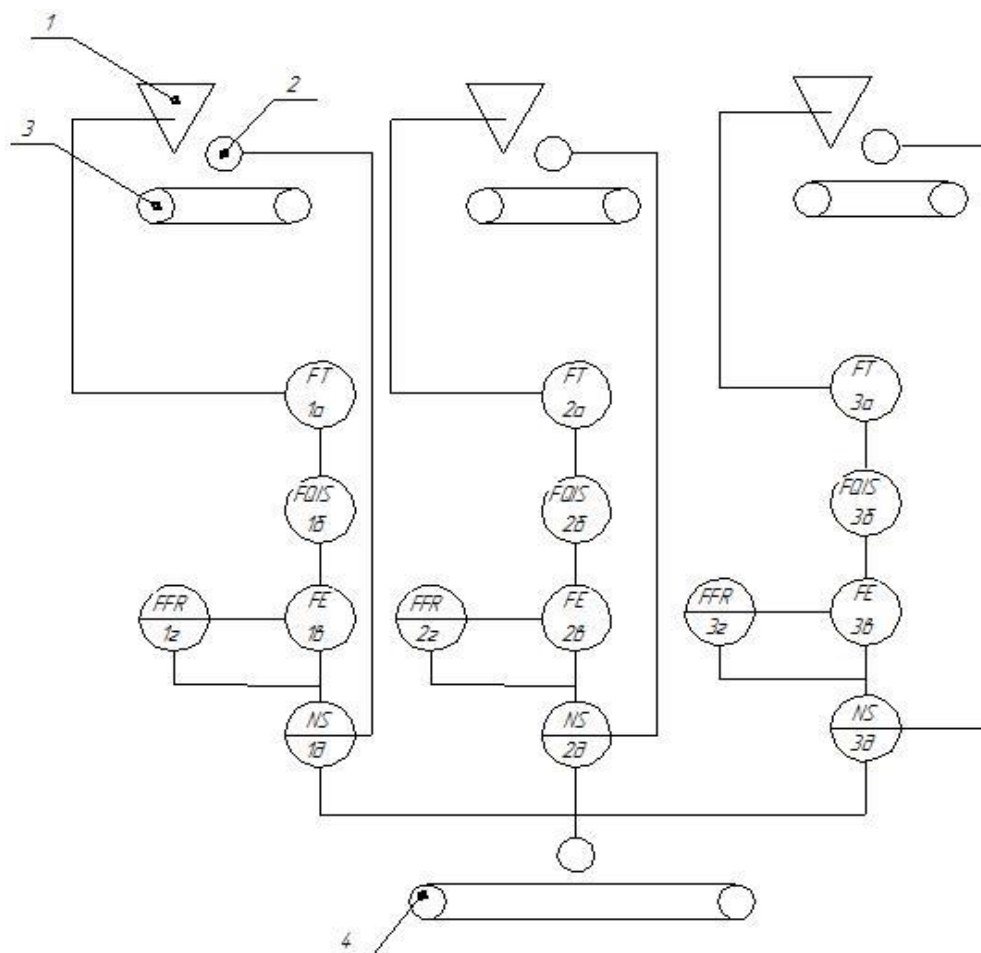


Рисунок 16–Схема автоматического регулирования дозирования шихты

### 7.3 Автоматизация туннельных печей

Назначение системы – автоматизация температурного контроля за ходом технологического процесса обжига огнеупоров в туннельной печи. Система снимает температурные параметры по позициям печи и информирует оператора-технолога об отклонении этих параметров от норм в технологических картах.

Система автоматизации туннельной печи предназначена для [1]:

- контроля;
- регулирования;
- сигнализации
- управления.

Осуществляется местный контроль:

- температуры газа перед узлом отключения печи;
- температуры воздуха в коллекторе перед теплогенератором;
- давления в воздушном коллекторе на подаче в теплогенератор;
- давления, газа перед узлом отключения печи;
- давления газа перед горелкой;
- давления воздуха перед горелкой;
- давления газа после дросселя ЗСМ–30;
- разрежения в рабочем канале печи на стыках;
- разрежения перед дымососами.

Выполняется дистанционный контроль:

- температуры в рабочем канале печи на стыках;
- температуры горячего воздуха от теплогенератора
- температуры в дымопроводе отходящих дымовых газов;
- температуры в топке теплогенератора;
- разрежения в коллекторе дымовых газов над печью;
- давления в воздухопроводе существующей печи;
- расхода газа в газопроводе;
- расхода воздуха;

– расхода дымовых газов в дымопроводе [1].

Осуществляется автоматическое регулирование температуры в представительной точке зоны термообработки, температуры в зоне охлаждения, температуры горячего воздуха после теплогенератора.

Выполняется световая и звуковая сигнализация об отклонениях технологических параметров от нормы:

- температуры в топке теплогенератора;
- понижении и повышении давления в газопроводе на участке между горелкой теплогенератора и регулирующим дросселем;
- понижении давления первичного воздуха перед задвижкой, включающей горелку теплогенератора;
- понижении разрежения в рабочем канале печи и в дымопроводе перед клапаном дроссельным;
- погасании факела в топке теплогенератора;
- состояния клапанов аварийного и переключающего;
- давления в воздушном коллекторе существующей печи

Осуществляется автоматическое управление механизмами:

- дверью;
- толкателя загрузки-разгрузки;
- подъемниками загрузки – разгрузки [1].

Обжиг огнеупорных изделий является завершающим этапом в их производстве. Он необходим для спекания, уплотнения и упрочнения изделий, благодаря ему достигается постоянство объема и стойкость изделий в последующей службе. Плотность и прочность изделий определяется всем технологическим процессом производства, но окончательно формулируется в процессе обжига [4].

Главное преимущество туннельной печи перед другими заключается в снижении затрат ручного труда на садку и выгрузку изделий, более высокой производительности агрегата при низких удельных расходах топлива и возможности автоматизировать управление процессов обжига [6].

Схема автоматического регулирования показана в Графической части данного курсового проекта.

Рабочее пространство туннельной печи представляет собой канал (туннель), ограниченный боковыми стенами и сводом. Под печи образуют подвижные вагонетки, на которых устанавливают обжигаемые изделия. Перед тем как попасть в печь, обжигаемый материал подвергается сушке горячим воздухом в сушиле на печных вагонетках, конструктивно отделенном от печи. Подача вагона в сушило и передвижение вагонетного состава в сушиле производится цепным толкателем, а в печи тросовым толкателем. Перед входом в печь и на выходе из нее имеются камеры, которые обеспечивают отключение печи от окружающей среды в период перегонки состава. По тепловой работе печь делится на три зоны: подогрева (поз. 1–23), обжига (поз.24–34), и охлаждения (поз 34–52). Условно печь разделена на три позиции, размеры которых определяются размерами вагонеток. Топливом является природный газ и в некоторых случаях используется мазут. Воздух на горении подается различными путями:

1. Часть воздуха, прошедшая по зоне охлаждения (за вычетом воздуха, отобранного на сушило и в инжекторные каналы) проходит по туннелю печи до зоны обжига;

2. Другая часть инжектируется из зоны охлаждения и подается по инжекторному каналу к форсункам или горелкам;

3. Кроме этого, холодный воздух из атмосферы подается непосредственно к форсункам или горелкам вентилятором высокого давления.

Примерно в середине длины канала находится неподвижная зона обжига с вагонетками. Вагонетки с обжигаемыми изделиями продвигаются из зоны подогрева через зону обжига в зону охлаждения. Горячие газы из зоны обжига движутся навстречу вагонетками нагревая установленные на них изделия, а сами охлаждаются. Со стороны выхода вагонеток из печи в канал подается воздух для охлаждения обожженных изделий. Охлаждая изделия, воздух нагревается. Так для полного охлаждения изделий необходимо подавать в печь воздуха значительно больше, чем требуется для горения топлива, то часть горячего

воздуха отбирается из печи для использования в сушилах или других агрегатах. В туннельную печь подают холодные изделия, холодный воздух и топливо. Из печи выдаются холодные изделия и удаляются охлажденные продукты сгорания, т.е. топливо, выделившиеся от сжигания топлива, используется в основном внутри печи и частично в сушилах. Таким образом, туннельная печь является высокоэкономичным тепловым агрегатом.

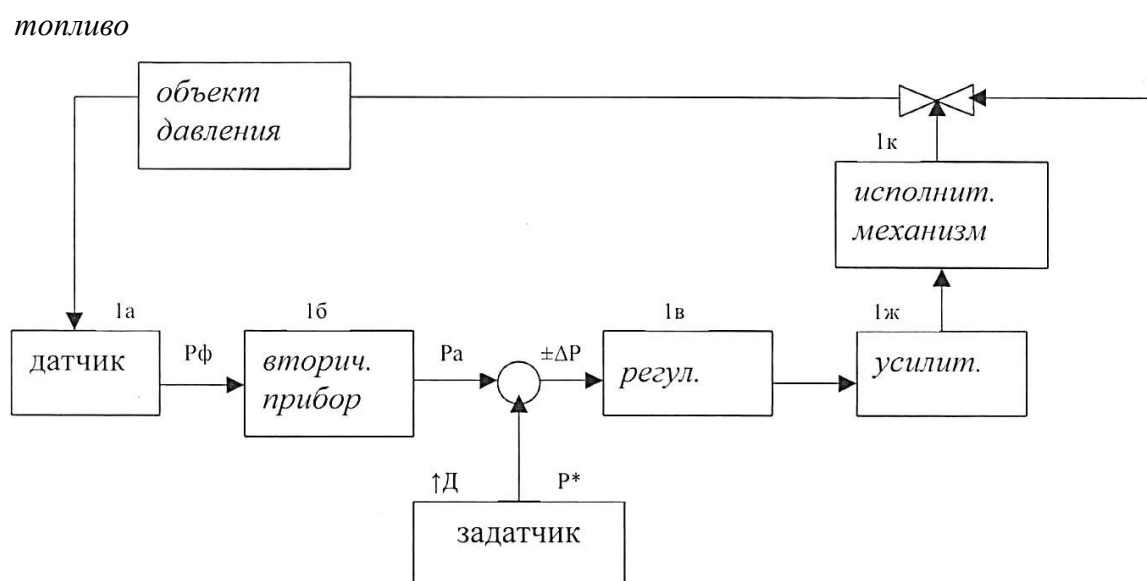


Рисунок 17 – Функциональная схема регулирования давления

Туннельные печи используются для изделий из различного сырья. В зависимости от этого изменяется температурный и технологический режим обжига, что в свою очередь ведет к некоторым различиям в длине и конструкций печей [18].

Основными факторами, влияющими на структуру системы автоматического регулирования, следует считать форму садки изделий на вагонах и способ подвода топлива и воздуха к горелкам, а соответственно и их конструкцию. Поэтому признаку печи могут быть разделены на два типа: печи без подачи воздуха непосредственно в горелки и печи с подачей воздуха в горелки.

Печи с подачей воздуха к горелкам предназначены как правило, для высокотемпературного обжига изделий (1500–1700 °С).

В предложенной схеме рассматриваются только узлы стабилизации давления газа в зонах подогрева, обжига и охлаждения печи. Поддержание заданной температуры в одной точке зоны обжига (поз.24–31), воздействует вторичный прибор 9б, 10б на общий расход газа в комплекте с радиационным термометром 9а, 10а. В зоне охлаждения (поз.41–52), температуру поддерживают щеточный переключатель 7б в комплекте с милливольтметром 7б и термопарой 7а, а в зоне подогрева (поз. 1–18), щеточный переключатель 6в в комплекте милливольтметром 6в и термопарой 6а. Температуру отходящих газов тоже поддерживают щеточный переключатель 1б в комплекте с милливольтметром 1в и термопарой 1а. Стабилизация давления газа на горение осуществляется регулятором 11в в комплекте с указателем положения 11д, пускателем 11к и измерительным прибором 11а измеряющим давление газа на печь, вторичным прибором 11б и исполнительным механизмом 11е воздействующим на дроссельную заслонку, установленную в общем газопроводе печи. Регулирование подачи воздуха на форсунки в зоне горения, предусматривается автоматическая стабилизация расхода воздуха к сушилам (регулятор 14в, работающий в комплекте с приборами 14а, 14б, 14д и 14к, и исполнительным механизмом 14е). Регулятор давления в канале печи 15в, работающий в комплекте с измерительным прибором – дифманометром 15а, указателем положения 15д, пускателем 15к, вторичным прибором 15б, поддерживают разность давления в канал печи на позиции 35, воздействуя своим исполнительным механизмом 15е на дроссельную заслонку на выходе их дымососа. Давление в контрольном коридоре зоны охлаждения и на выходе из сушил регулируется измерительными приборами 20а, 18б, краном- переключателем 18а и вторичным прибором измерения давления воздуха 20б. Разряжение в зоне подогрева, перед дымососом и в контрольном коридоре поз.21, стабилизируется тягометром 36,46, краном переключателем 3а, 4а, 5а и измерительным прибором –дифманометром 19а, а также вторичным прибором измерения распада газа 19б. Регулятор разряжения 8в, работающий в комплекте с указателем положения 8д, пускателем 8к и вторичным прибором измерения распада газа 8б, а также дифманометром измеряющим разряжение на

стыке зон подогрева и обжига 8а, поддерживает заданное соотношение между расходом газа и разряжением в туннельной печи, воздействуя своим исполнительным механизмом 8е на дроссельную заслонку, установленную на входе дымососа. Регулированием разряжения в туннель печи, связанным с изменением расхода газа, достигается изменение поступления воздуха в зону горения, соответствующее изменению подачи газа. Для уменьшения присосов холодного воздуха и стабилизации температуры по высоте садки изделий в зоне подогрева устанавливается эксгаустер, отсасывающий воздух из под подового коридора. Регулирование расхода: газа на горение осуществляется измерительной диафрагмой 12а, вторичным прибором 12в и прибором измеряющем расход газа 12б; воздуха на форсунки осуществляется измерительной диафрагмой 13а, измерительным прибором 13б и вторичным прибором 13в; воздуха распределения подачи и сосредоточения подачи воздуха, регулируется таким же прибором 16а, 17а, 16б, 17б, 16в, 17в. При падении давления газа, воздуха, разряжения на дымососе и при остановке дымососа, загораются контрольные лампы (Нh1, Нh2, Нh3, Нh4), расположенных на щите и срабатывает звуковая сигнализация (НА) [6].

Автоматика газовой безопасности осуществляет отключение (отсечку) природного газа. Отсечка природного газа выполняется автоматически быстродействующим предохранительно-запорным клапаном, а также кнопками по месту и дистанционно со щита КИП [6]. Отсечка природного газа осуществляется при отклонении от норм следующих параметров:

- понижение давления газа ниже  $80 \text{ кгс/м}^2$ ;
- понижение давления воздуха на горение менее  $80 \text{ кгс/м}^2$ ;
- падения разряжения в печи ниже  $< 1 \text{ кгс/м}^2$ ;
- отключение электроэнергии.

Световая сигнализация предусмотрена при нарушении следующих параметров:

- понижение давления природного газа
- понижение давления воздуха

– отсутствие разрядов в рабочем пространстве печи

Табло световой сигнализации и звонок расположены на щитах КИП и А.



## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 8.1 Негативные факторы и меры защиты от их воздействия

Постоянно действующими опасными и вредными производственными факторами, оказывающими различное влияние на организм человека, являются: движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; острые кромки заусеницы, на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; шум; повышенная температура воздуха; недостаточная освещенность рабочей зоны; запыленность; загазованность; повышенное содержание фенола; возможность ожога кислотой; вибрации; сквозняки [18].

В таблице 25 представлены вредные факторы и наименования профессий.

Таблица 25 – Вредные факторы на рабочих местах

Рабочее место	Запыленность мг/м <sup>3</sup>		t, °С в летний период		Влажность,%		Шум, дБА	
	Факт	ПДК	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт.	норма
Обжигальщик	6	4	20–30	17–23	72	75	65	80
Сортировщик	6	4	20–30	17–23	70	70	65	80
Водитель погрузчика	6,3	4	20–25	17–23	70	70	65	80
Шихтовщик	6	4	20–25	17–21	72	70	85	65
Дозировщик	6,5	4	20–25	17–21	72	70	85	80
Прессовщик	6	4	20–25	17–21	72	75	85	80
Транспортерщик	6	4	20–25	17–21	72	70	70	65
Бегунщик	6	4	20–25	17–21	72	75	70	65

Окончание таблицы 25

Рабочее место	Запыленность мг/м <sup>3</sup>		t, °С в летний период		Влажность,%		Шум, дБА	
	Факт	ПДК	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт.	норма
Машинист крана	6,3	4	20–25	17–21	72	70	65	65

К числу опасных производственных факторов необходимо отнести следующие [9]:

- возможность поражения электрическим током при работе и обслуживании оборудования (пресс, смеситель, дозатор) по ГОСТ 12.1.019–79;
- движущиеся машины и механизмы, их подвижные части (мостовые краны, ленточные конвейера, прессы) согласно ГОСТ 12.2.003–74;
- опасность ожога кислотой при приготовлении мергеля и зарядки аккумуляторов;
- работа внутри цехового транспорта при перемещении материалов и готовых изделий (электропогрузчиков, электролафетов, мостовых кранов);
- повышенная температура возле работающей печи ГОСТ 12.4.050–78.

К вредным производственным факторам необходимо отнести следующие:

- повышенная запыленность при сухих способах переработки и из-заналичия пересыпных устройств (кюбелей, бункеров, лент) по ГОСТ 12.4.005–88;
- повышенный шум от работы прессов согласно ГОСТ 12.2.003–76;
- повышенное содержание фенола, образующегося при испарении бакелита по ГОСТ 12.1.005–76;
- повышенное содержание аэрозолей при работе сверлильных и шлифовальных станков согласно ГОСТ 12.1.005–76;
- пониженная освещенность рабочей зоны согласно ГОСТ 12.1.046–85.

Оборудование перечисленное, кроме печного вагона, с напряжением до 1000В.

Наибольшее приложение силы приходится на участке сортировке изделий. Также рабочие основных профессий характеризуются нагрузками от длительного хождения при обслуживании смесителей, ленточных конвейеров, кран-балки.

Допуски к подъему и перемещению тяжестей на производстве:

– для женщин, при чередовании с другой работой и при подъеме на высоту более 1,5 метров – 7 килограмм;

– для мужчин груз не должен превышать 80кг.

Согласно НПБ 105-95 наше проектируемое производство относится к категории пожароопасное- Б, так как в нем задействованы природный газ, продукты горения СО, N<sub>2</sub> и периклазовый порошок (туннельная печь).

Проблема безопасности труда на предприятии решается следующим образом;

– обеспечение рациональной организации производства и труда;

– создание безопасной техники;

– применение технических средств обеспечения безопасности;

– обеспечение благоприятных санитарно - гигиенических и эргономических условий труда;

– проведение учебно-воспитательной работы по охране труда.

Важным условием успеха является комплексное осуществление перечисленных положений.

Потенциальная опасность поражения электрическим током существует на всех участках огнеупорного производства. Наиболее часто встречающиеся причины: неисправность оборудования, несвоевременное проведение ремонтов и профилактических испытаний.

На ДПИ Магнезит применяют аппараты и приборы в закрытых корпусах, закрытые комплексные устройства. Все эти аппараты, приборы и устройства снабжены блокировками, предотвращающими доступ к частям, находящимся под напряжением. В процессе эксплуатации электроустановок периодически производится плановый профилактический ремонт, а также испытания изоляций электрических машин, кабелей, аппаратов, внутренних электросетей, релейной

защиты. Строго соблюдаются меры, предписываемые Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок. В соответствии с системой ССБТ установлены общие требования безопасности. С этой целью используют:

- изоляцию (рабочую, дополнительную, двойную, усиленную) токоведущих частей; малое напряжение в электрических цепях переменного тока, не превышающее 42 В и постоянного не свыше 110 В;

- оболочки для предотвращения возможности случайного прикосновения к токопроводящим частям; блокировки для предотвращения ошибочных действий и операций;

- экраны и другие средства защиты от опасного и вредного воздействия электромагнитных полей, теплового, оптических и рентгеновских излучений;

- элементы, предназначенные для контроля изоляции и сигнализации о ее повреждении, а также для отключения установок при уменьшении сопротивления изоляции ниже допустимого уровня;

- предупредительные надписи, знаки, окраска в специальные цвета и другие средства сигнализации об опасности (только в сочетании с другими средствами обеспечения безопасности) [9].

Для защиты работающих от поражения электрическим током применяют различные защитные приспособления, приборы и инструменты (штанги, клещи, указатели напряжения, изолирующие подставки, диэлектрические перчатки, галоши и боты, резиновые коврики). Проблема создания нормальных метеорологических условий труда успешно решается с использованием мероприятий по борьбе с конвекционным и лучистым теплом. К ним относятся: уменьшение тепловыделений, аэрации, применение приточной обдувающей вентиляции и кондиционирование воздуха, защита работающих от теплоизлучения, применение индивидуальных средств защиты.

Активно используется аэрация. Высокая эффективность аэрации объясняется возможностью пропускать через цех большое количество свежего наружного воздуха, чего практически невозможно достичь при искусственной вентиляции.

Обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха на рабочих местах в значительной степени зависит от правильно организованной системы вентиляции. Общие требования к системам вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления производственных, складских, вспомогательных и общественных зданий и сооружений определены ГОСТ 12.4.021–75 ССБТ. Основные требования ГОСТ: работа вентиляционных систем должна создавать на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам. В соответствии с ГОСТ, во всех помещениях должна быть предусмотрена естественная вентиляция. Естественное движение воздуха в помещении происходит вследствие разности его плотностей вне и внутри помещения (тепловое давление), а также под действием разности давления наружного воздуха с наветренной и подветренной сторон здания. Давление или разрежение зависят от скорости ветра. Наружный воздух может поступать в помещение через открытые проемы с наветренной стороны здания и выходить через отверстия на противоположной подветренной стороне и отверстия в крыше. Естественная вентиляция значительно дешевле механической, так как большие объемы воздуха подаются в помещение и удаляются из него без применения вентиляторов и воздуховодов. Вентиляция происходит через вытяжные каналы, шахты, форточки фрамуги зданий [18].

Несмотря на внедрение на предприятиях механизации и автоматизации процессов, технических защитных средств, применяют также индивидуальные средства работающих: респираторы типа «Астра», «Лепесток», противогазы, фильтрующие приборы и контролирующие приборы; пневмомаски.

## 8.2 Охрана окружающей среды

Отходами данного производства являются – твердые: просыпи порошка с ленточных конвейеров; просыпи массы при транспортировке с конвейера в бункер пресса; брак при прессовке; брак изделий при сушке и обжиге, что

составляет более 700 т в год:

– жидкие: проливы и протечки раствора лигносульфоната технического, в не менее 9 тонн в год;

– газообразные или аспирационная пыль: пыль улавливаемая от источников пыли выведения (трубомельница, бегуны, пресса, туннельная печь), эти отходы составляют не менее 500 т в год.

Твердые отходы производства складываются в контейнеры, а затем автотранспортом перевозятся на открытую площадку склада дробильно-обогащительной фабрики, где дробятся совместно с магнезитом марки МИ и подаются на повторный обжиг во вращающиеся печи.

ЛСТ являются малотоксичными продуктами 4 класса опасности. Для локализации проливов предусматривается установка емкостных аппаратов и насосов, со сбором проливов и протечек в зумпфах и последующей откачкой для вывоза на полигон ТБО комбината.

Для обеспыливания узлов перегрузки порошка предусматриваются аспирационные отсосы. Метод очистки запыленного воздуха – сухой, двухступенчатый. Основным оборудованием очистки является рукавные фильтры и сухие циклоны ЦН–15 НИИОГАЗ.

Для всех источников загрязнения воздуха определены предельно-допустимые выбросы ПДВ данными методами очистки, мы добиваемся снижения существенных выбросов до предельно-допустимой концентрации ПДК, для нашего проекта ПДК периклаза 100 мг/м<sup>3</sup>.

Запыленный воздух можем очистить аспирационной системой, показанной на рисунке 18, в которую входят сухие циклоны ЦН–5 НИИОГАЗ, и производительностью 8050 м<sup>3</sup>/час; рукавный фильтр ФРКН–90, производительностью 9180 м<sup>3</sup>/час.

Уловленная пыль по пересыпным устройствам подается в кубель. Для уменьшения пыления установлены клапана–мешалки. Затем кубеля поступают в отделение брикетирования, где пыль комкуется и подается на повторный обжиг и подается заново в производство [14].

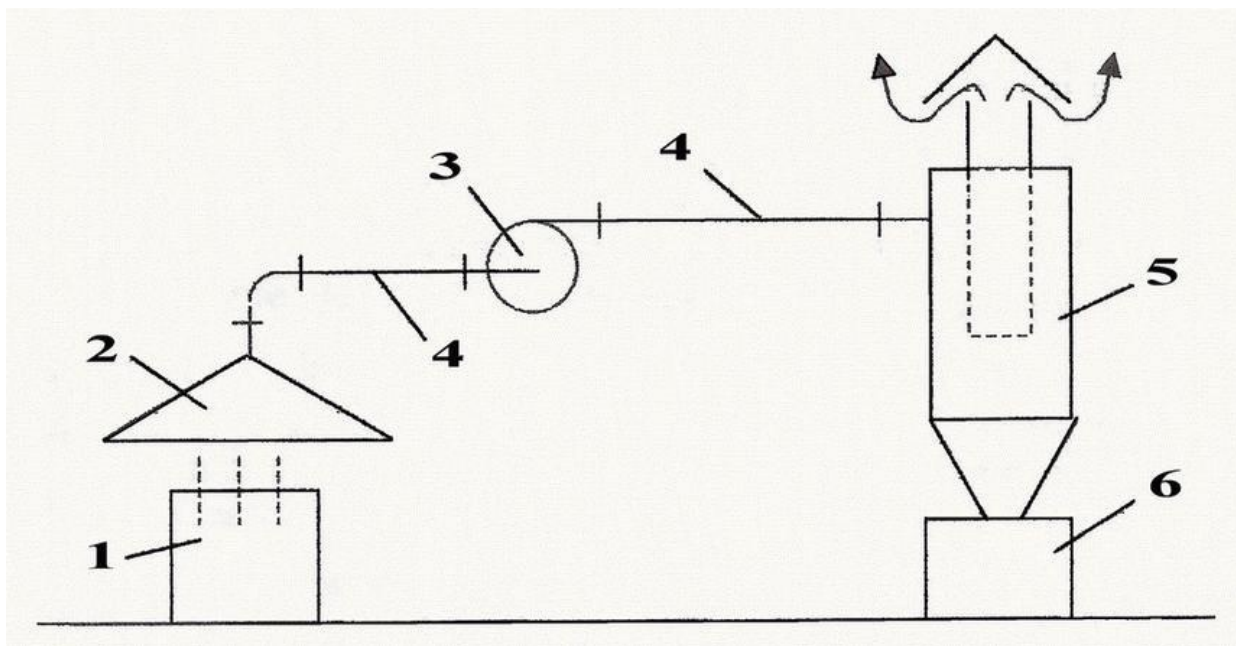


Рисунок 18 – Аспирационно-технологическая установка:

1 – оборудование (источник выделения пыли), 2 – зонт, 3 – центробежный вентилятор, 4 – воздуховоды, 5 – циклон, 6 – бункер для сбора пыли

Итак, при использовании системы аспирации получили, что концентр пыли в воздухе после системы очистки меньше и не превышает санитарных норм (ПДК).

### 8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций

Условиями возникновения чрезвычайных ситуаций являются: не соблюдение трудящимися правил, норм и инструкций по пожарной безопасности; неправильный выбор места строительства (не взят во внимание природный ландшафт климатические условия), отсутствие мероприятий по предупреждениям чрезвычайных ситуаций [9], показанных в таблице 26.

Таблица 26 – Предупреждение и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Вид аварии	Условия возникновения	Предупреждения	Ликвидация согласно плану ПЛА
Образование СО в помещении цеха	Газоопасные смеси могут образоваться вследствие утечки газа из газопровода, не полного сгорания топлива из-за неадекватной работы вентилятора	Регулярный обход службами опасных мест, ремонт газохода или тягодутьевого устройства, усиление вентиляции помещения, обнаружение и ликвидация утечек газа	Удалить людей из опасной «зоны», сообщить оператору газовой цеха, отключить газопотребляющие агрегаты от поврежденного участка газопровода, выставить посты, обследовать территорию и ликвидировать очаг выделения СО.
Обрушение кровли	При проектировании ошибка в расчетах, регулярно очищать кровлю от скопления снега	При проектировании и строительстве учитывать расположение горных пород, состав грунтов, глубину промерзания грунтов, расположение грунтовых вод	Проверять кровлю, (зимой - чистка снега, наличие посторонних предметов и лиц), обеспечение аварийной системой электропитания. При постройке здания применить стойкие конструкции
Пожар в помещении цеха	Курение на рабочих местах, захламленность рабочих мест, не выполнение правил, норм и инструкций по пожарной безопасности	При постройке здания применить огнестойкие конструкции. Во время работы соблюдать правила, нормы и инструкции по пожарной безопасности, технике безопасности, не курить, не захламлять рабочие места. Систематически проводить обходы по проверке эвакуационных выходов состояние систем пожаротушения, проверять кровлю, (зимой - чистка снега, наличие посторонних предметов и лиц), обеспечение аварийной системой электропитания. Иметь	При возникновении пожара, трудящийся обнаруживший его, обязан немедленно сообщить в пожарную охрану. До приезда охраны необходимо: -оповестить людей находящихся в здании о возникшей угрозе; -вызвать к месту пожара начальника цеха; -приступить к тушению пожара, имеющимися в цехе средствами пожаротушения. Начальник цеха обязан: -прекратить все работы, отключить электроэнергию, перекрыть подачу газа, пара, воды; остановить системы вентиляции и другие мероприятия, которые способствуют локализации очага пожара; -одновременно



Окончание таблицы 26

Вид аварии	Условия возникновения	Предупреждения	Ликвидация согласно плану ПЛА
		<p>в наличии: пожарной сигнализации телефонной связи и схемы эвакуации персонала из опасной зоны и т.д. Места нахождения пожарной техники, огнетушащего средства, должны быть обозначены указательными знаками, и выделяться цветом (красным).</p>	<p>с тушением пожара производить охлаждение конструкций зданий и оборудования с помощью гидрантов, имеющий гидравлический удар большой силы; по прибытию подразделений пожарной охраны, представитель цеха сообщает начальник) подразделения сведения об очаге пожара, принятых мерах, эвакуации людей. Для достижения эффективности и локализации пожара необходима слаженная забота всех людей, главное не паниковать при пожаре.</p>

Персонал, специализирующийся на тушении пожара и ликвидации аварии, должен быть готовым к быстрым и эффективным действиям по пресечению и распространению пожара или аварии, их ликвидации и оказанию помощи людям, оказавшимся в зоне аварии.

При всех аварийных положениях, связанных с выделением газа, запрещается производить какие-либо переключения электроагрегатов и освещения.

Мастер цеха – потребителя извещает об аварии оператора газового цеха и вызывает администрацию цеха извещает об аварии согласно должностного списка.

## 9 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 9.1 Организационный план

Этот раздел включает организационную структуру управления предприятием; административно-управленческий персонал; рабочую силу, которая не связана с управлением; кадровую политику цеха; формы и системы, труда[1].

Организационная структура управления определяет состав подразделений аппарата управления, их взаимозависимости и взаимосвязи. Группа руководителей и специалистов, на которую возложены ответственность за осуществление процесса выработки и реализации управленческих решений, составляет аппарат управления предприятием. Аппарат управления включает управленческий персонал в масштабе всего предприятия, а также его структурных подразделений.

На ДПИ ОАО Комбинат «Магнезит» действует функциональная структура управления – это структура, при которой предполагается создание подразделений для выполнения определенных функций на всех уровнях управления. В данной структуре общие и функциональные руководители не вмешиваются в дела друг друга. Каждый руководитель замыкает на себе только часть функций. Обратная связь может отсутствовать.

Кадровая политика цеха сводится к отбору работников, исходя из образования, профессии; к проведению испытательных сроков для начинающих; к заключению контрактов со специалистами предприятия; к повышению квалификации и переподготовки кадров, к системе профподвижения.

Наиболее распространенными формами оплаты труда в практике работы предприятий являются сдельная и повременная, которые находят отражение в разновидностях систем оплаты труда.

В данном производстве применяется повременная оплата труда. При этой форме оплаты труда работник получает заработную плату в зависимости от количества отработанного времени и уровня его квалификации. Заработная плата

начисляется по простой повременной системе, т.е. по тарифной ставке работника данного разряда за фактически отработанное время. При ежемесячной оплате расчет заработной платы осуществляется исходя из числа рабочих дней, фактически отработанных работником в данном месяце, а также планового количества рабочих дней согласно графику работы на данный месяц. Также существует повременно-премиальная система оплаты труда, т.е. сочетание простой повременной оплаты труда с премированием за выполнение количественных и качественных показателей по специальным положениям о премировании работников.

На предприятии утверждены руководством предприятия штатные расписания, где указываются должности работающих и соответствующие этим должностям месячные оклады [7].

В условиях рынка принципиально меняются подходы к оплате труда, оплачиваются не затраты, а результаты труда, прибыль становится высшим критерием оценки количества и качества труда и основным источником личных доходов работников предприятий любых организационно-правовых форм.

В рыночной экономике нет строгой регламентации в оплате труда, каждый предприниматель может применять различные варианты оплаты труда, которые соответствуют целям предприятия.

## 9.2 Затраты при расчете себестоимости

### График работы

Выбор и обоснование графиков работы Режим работы участка по производству периклазошпинельных изделий принят аналогичным режиму действующего производства, т.е. непрерывный, двухсменный, четырех бригадный, показанный в таблице 27.

Таблица 27 – Непрерывный, двухсменный, четырех бригадный график

Смена	Отработано смен																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1
2	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2
3	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в
4	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в

Окончание таблицы 27

Смена	Отработано смен												
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Всего
1	в	2	В	1	в	2	в	1	в	2	в	1	16
2	в	1	В	2	в	1	в	2	в	1	в	2	16
3	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	15
4	2	в	1	в	2	в	1	в	2	в	1	в	15

#### Баланс рабочего времени

Баланс рабочего времени составляется с целью определения фактически отработанного времени, показанный в таблице 28.

Таблица 28 – Баланс рабочего времени

Показатели	Непрерывный режим работы
Календарное время ( $T_{\text{кал}}$ ), дни	365
Выходные дни	182
Праздничные дни	10
Номинальный фонд рабочего времени, дни	182
Невыхода всего	50
в течение	
– очередной отпуск, дни	42
– болезни, дни	5
– учебные отпуска, дни	2
– государственные обязанности, дни	1
Эффективный фонд рабочего времени ( $T_{\text{эфф}}$ ), дни	305

Исходя из планируемого числа рабочих дней по балансу и числа дней работы участка в году, определяется коэффициент списочного состава.

$$K_{\text{спис}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{эфф}}} = \frac{365}{305} = 1,2. \quad (34)$$

Расчет явочного и списочного числа рабочих

На основании норм обслуживания оборудования проектируемого участка по производству периклазошпинельных изделий определяется перечень профессий и количество работающих на данном участке, указанные в таблице 29.

Таблица 29 – Расстановочная ведомость

Наименование профессии	Разряд	Час.тар иф. ставка	Явочный штат	в том числе по		Коэф. спис. состава	Спис. состав
				1	2		
Прессовщик	V	28,5	8	2	2	1,2	10
Помощник прессовщика	IV	26,6	8	2	2	1,2	10
Бегунщик	III	15,5	4	1	1	1,2	5
Дозировщик	III	15,5	4	1	1	1,2	5
Крановщик	III	15,5	4	1	1	1,2	5
Обжигальщик	VI	30,5	4	1	1	1,2	5
Сортировщик	IV	26,6	20	5	5	1,2	24
Машинист лафета	III	15,5	4	1	1	1,2	5
Итого				12	12		60

Явочная и списочная численности предприятия вычисляются по следующим формулам:

$$K_{\text{яв}} = N_0 \cdot n \cdot m, \quad (35)$$

где  $N_0$  – норма обслуживания, шт.;  $n$  – количество оборудования, шт.;  $m$  – количество смен, сут,

$$N_{\text{спис}} = N_{\text{яв}} \cdot K_{\text{спис}} \quad (36)$$

где  $N_{\text{спис}}$  – списочная численность рабочих, чел.;  $N_{\text{яв}}$  – явочная численность рабочих, чел.;  $K_{\text{спис}}$  – коэффициент списочного состава.

$$N_{\text{яв}} = 2 \cdot 1 \cdot 2 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{спис}} = 4 \cdot 1,2 = 4,8 \text{ чел.} = 5 \text{ чел.}$$

Для обслуживания линии по производству изделий численность основных рабочих в количестве 60 человек, в таблице 4. Обеспечение данной линии

трудовыми ресурсами предусматривается за счет высвобождения работающих из действующего производства.

#### Фонд оплаты труда

Целью расчета заработной платы производственных рабочих является определение требуемого количества планового фонда заработной платы и учет его при расчете калькуляции себестоимости продукции.

$$\text{ФРВ} = T_p \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot R_{\text{яв}}, \quad (37)$$

где  $T_p$  – число рабочих дней в году число;  $n_{\text{см}}$  – смен в сутки;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены;  $R_{\text{яв}}$  – явочное число рабочих в смену.

#### Фонд рабочего времени, отработанный сдельно

$$\text{ФРВ}_{\text{сд}} = \% \text{ сд} \cdot \text{ФРВ}; \quad (38)$$

$$\% \text{ сд} = 75\%;$$

#### Фонд рабочего времени, отработанный повременно:

$$\text{ФРВ}_{\text{повр}} = \text{ФРВ} - \text{ФРВ}_{\text{сд}}, \quad (39)$$

#### Фонд рабочего времени, отработанный в ночь:

$$\text{ФРВ}_{\text{ночь}} = \frac{1}{3} \cdot \text{ФРВ}, \quad (40)$$

#### Фонд рабочего времени, отработанного в праздничные дни:

$$\text{ФРВ}_{\text{празд}} = T_{\text{пр}} \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot R_{\text{яв}}, \quad (41)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – число праздничных дней в году.

#### Рассчитываем сдельную заработную плату:

$$З_{\text{сд}} = T_{\text{СТ}}^{\text{час}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{сд}} \cdot K_{\text{сд}}, \quad (42)$$

где  $T_{\text{СТ}}^{\text{час}}$  – часовая тарифная ставка;  $K_{\text{сд}}$  – коэффициент сдельного заработка,  $K_{\text{сд}} = 1,4$ .

#### Рассчитываем сдельно–премиальную заработную плату:

$$З_{\text{сд-прием}} = З_{\text{сд}} + З_{\text{сд}} \cdot \frac{П_1 + П_2 \cdot В_{\text{ф}}}{100},$$

где  $П_1$  – процент премии за выполнение плана,  $П_1 = 50\%$ ;  $П_2$  – процент премии за каждый процент перевыполнения,  $П_2 = 2\%$ ;  $В_{\text{ф}}$  – фактический процент перевыполнения,  $В_{\text{ф}} = 5\%$ .

Повременная форма основана на учете количества отработанного времени:

$$З_{\text{повр}} = T_{\text{ст}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{повр}}, \quad (43)$$

Рассчитываем заработную плату повременно-премиальную:

$$З_{\text{повр-прем}} = З_{\text{повр}} + З_{\text{повр}} \cdot \frac{П_3}{100}, \quad (44)$$

где  $П_3$  – премия за повременную работу,  $П_3 = 25\%$ .

Рассчитываем доплаты

– за ночные

$$Д_{\text{ноч}} = 0,4 \cdot \text{ФРВ}_{\text{ноч}} \cdot T_{\text{ст}}^{\text{час}}, \quad (45)$$

– за праздничные

$$Д_{\text{пр}} = T_{\text{ст}}^{\text{час}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{пр}} \cdot K_{\text{сд}} \quad (46)$$

Рассчитываем основную заработную плату:

$$\text{ОЗП} = З_{\text{сд-прем}} + З_{\text{повр-прем}} + Д_{\text{ноч}} + Д_{\text{пр}}, \quad (47)$$

Рассчитываем основную заработную плату с районным коэффициентом:

$$\text{ОЗП}_{\text{рк}} = \text{ОЗП} \cdot 1,15, \quad (48)$$

Расчет фонда дополнительной заработной платы:

$$\text{ДЗП} = \% \cdot \text{ОЗП}_{\text{рк}}, \quad (49)$$

где  $\%$  дополнительной заработной платы = 10%

Заработная плата:

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗП}_{\text{рк}} + \text{ДЗП}, \quad (50)$$

Все расчеты для рабочего персонала произведены в таблице 30.

Таблица 30 – Расчет для остального персонала

Наименование профессии	Разряд	Т <sup>час</sup> <sub>ст</sub> , руб	Кол. раб. в см., R <sub>яв</sub> чел	Число смен в сутки	Фонд рабочего времени, чел · час				
					Всего, чел · час	В том числе			
						Сдель ные	Повреме нные	Ночные	Праздн
Прессовщик	V	28,5	2	2	17520	13140	4380	8760	480
Помощник прессовщика	IV	26,6	2	2	17520	13140	4380	8760	480
Бегунщик	III	15,5	1	2	8760	6570	2190	4380	240
Дозировщик	III	15,5	1	2	8760	6570	2190	4380	240
Крановщик	III	15,5	1	2	8760	6570	2190	4380	240
Обжигальщик	VI	30,5	1	2	8760	6570	2190	4380	240
Сортировщик	IV	26,6	5	2	43800	32850	10950	21900	1200
Машинист лафета	III	15,5	1	2	8760	6570	2190	4380	240
Итого									
Неучтено 15%									
Всего									

Продолжение таблицы 30

ОЗП, руб.		Доплаты		Итого ОЗП р. К, руб.	ОЗП р. К, руб	ДЗП		Всего ФЗП, К
Сд. прем	Повпррем	Ночные	Празд			%, руб.	% от ОЗП р. К	
524286	374490	99864	27360	1026000	153900	10	117990	1297890
489333,6	349524	93206,4	25536	957600	143640	10	110124	1211364
142569	101835	27156	3720	275280	41292	10	31657,2	348229,2
142569	101835	27156	3720	275280	41292	10	31657,2	348229,2
142569	101835	27156	3720	275280	41292	10	31657,2	348229,2
280539	200385	53436	7320	541680	81252	10	62293,2	685225,2
1223334	873810	233016	159600	2489760	373464	10	286322, 4	3149546
142569	101835	27156	3720	275280	41292	10	31657,2	348229,2
					7033584		703358	7736942
					1055038		105503	1160541
					8088622		808862	8897484



Таблица 31 – Штат и фонд зарплаты АУП

Наименование должности	Должностной оклад, руб/мес	Годовой фонд зарплаты, руб.	Списочный штат, чел.
Начальник отделения	50 000	600 000	1
Мастер	36 000	432 000	4
Итого		1032 000	5

Затраты на сырье и материалы

Таблица 32 – Затраты на сырье и материалы

Наименование материала	Потребное количество, т/год	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Клинкер	12805,8	1500	192083,7
АМШ	8681,3	2600	225713,8
ЛСТ сухой	1145,4	2500	28635,0
Итого			2175185,8

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_3 = (a \cdot N + b \cdot W) \cdot (1+k), \quad (51)$$

где  $a$  – плата за 1 кВт установленной мощности  $a = 3,03$  руб.;  $N$  – установленная мощность, кВт;  $b$  – плата за 1 кВт · ч,  $b = 120$  руб.;  $W$  – потребляемая активная энергия, кВт/ч;  $k$  – коэффициент скидки,  $k = 0$ .

$$W = N \frac{K_3}{\text{кпд}} \cdot T, \quad (55)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки,  $K_3 = 0,8$ ;  $\text{кпд}$  – коэффициент полезного действия,  $\text{кпд} = 0,85$ ;  $T$  – время работы двигателя в год.

$$T = T_{\text{сд}} \cdot T_{\text{р}} \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{исп}}. \quad (56)$$

Таблица 33 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Количество оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Баланс рабочего времени, час	Расход потребляемой энергии за год,
Дозатор 4488ДН-У-1-6,3	5	9	4798	130841,5
Дозатор ДЖУ-15	1	3	4798	43613,82
Дозатор ДМС-50-2	1	3	4798	43613,82
Смеситель «Айрих»	1	75	4798	1257523,2
Пресс LAEISHPF-1600	1	228	6596	4584141
Мостовой кран	1	140	6596	2814823
Итого				7617032,94

Расчет затрат на топливо:

$$Q_1 = T_{р \text{ печи в год}} \cdot N_{расх} , \quad (57)$$

где  $Q_1$  – расход газа в год, м<sup>3</sup>/год;  $T_{р \text{ печи в год}}$  – производительность работы печи в год;  $N_{расх}$  – норма расхода газа.

$$Q_1 = 365 \cdot 24 \cdot 371,49 = 3254252 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$Ст_1 = Ц \cdot Q_1, \quad (58)$$

$$Ст_1 = 4,2 \cdot 3254252 = 13667,86 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет затрат на амортизацию

Амортизация – возмещение стоимости износа путем постепенного переноса на готовую продукцию в соответствии с нормами амортизации.

Норма амортизации – годовой процент возмещения стоимости износа. В общем случае амортизация определяется по формуле:

$$A = \frac{C \cdot N_a}{100}, \quad (59)$$

где  $C$  – общая стоимость основных фондов, руб.;  $N_a$  – норма амортизации, %.

Таблица 34 – Затраты на амортизацию

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.	Н <sub>а</sub>	Амортизация
Дозатор 4488ДН-У-1-6,3	5	150 000	750000	6,7	50250
Дозатор ДЖУ-15	1	250 000	250000	6,7	16750
Дозатор ДМС-50-2	1	250 000	250000	6,7	16750
Пресс LAEISHPF-1600	1	1500 000	3000000	11,2	336000
Мостовой кран	1	1800 000	1800000	10,8	194400
Итого			6050000		614150

Прочие расходы

Расходы на текущий ремонт принимаются в размере 60% от амортизации:

$$614150 \cdot 0,6 = 368490 \text{ руб.}$$

Расходы на охрану труда и технику безопасности принимаются 10% от фонда оплаты труда:

$$(8897484+1032000) \cdot 0,05 = 496474,2 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы составляют 5% от фонда оплаты труда:

$$(8897484+1032000) \cdot 0,05 = 496474,2 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы составляют 10 % от общехозяйственных:

$$496474,2 \cdot 0,10 = 49647 \text{ руб.}$$

Коммунальные расходы составляют 20% от общехозяйственных:

$$49647 \cdot 0,2 = 9929 \text{ руб.}$$

Расходы на освещение и вентиляцию составляют 10 % от расхода электроэнергии:

$$7617032,94 \cdot 0,1 = 76173,29 \text{ руб.}$$

Налог на имущество – 2,2% от суммы основных средств:

$$6050000 \cdot 0,022 = 133100 \text{ руб.}$$

Налог на землю – 12 руб. за 1м<sup>2</sup>:

$$2250 \cdot 12 = 27000 \text{ руб}$$

Таблица 35 – Сводный расчет сметы расходов

№ п/п	Наименование показателей	Тонна продукции		Выпуск продукции	
		натур, выр-е	стоим., руб.	натур, выр-е	стоим., тыс. руб.
1	Объем производства и реализации (без НДС) себестоимость	1	3660	70000	25620
2	Объем продаж по отпускным ценам	1	6000	70000	420000
3	Себестоимость всего, в том числе:		3568		249761,83
3.1	Переменные затраты:				246478,4
3.1.1	Сырье, в том числе				217518,58
	периклаз	128055,8	1500		192083,7
	алюмомагниева шпинель	8681,3	2600		225713,8
	ЛСТ сухой	1145,4	2500		28635,0
3.1.2	энергоресурсы всего, в том				20062,34
	- природный газ	3254252	4,2		13667,86
	- сжатый воздух	80000	1,0		80
	- вода	20000	6		120
	- пар	0,073	226,0	4 380	9 899
	- электроэнергия	7617032,94	3,03		7617,03
3.1.3	ФОТ производственных раб.				8897,48
3.2	Постоянные затраты:				3283,43
3.2.1	ФОТ руководителей, ИТР				1032
3.2.2	амортизация				614,15
3.2.3	расходы на текущие ремонты				368,49
3.2.4	расходы на охрану труда				496,47
3.2.5	общецеховые расходы				496,47
3.2.6	общезаводские расходы				49,65
3.2.7	коммунальные расходы				9,93

Окончание таблицы 35

№ п/п	Наименование показателей	Тонна продукции		Выпуск продукции	
		натур, выр-е	стоим., руб.	натур, выр-е	стоим., тыс. руб.
3.2.8	расходы на освещение и вентиляции				76,17
3.2.9	налог на имущество				113,1
3.2.10	налог на землю				27,0
4	Прибыль балансовая				170238,17
5	Налог на прибыль (24%)				40857,16
6	Чистая прибыль		1848		129381,01

### 9.3 Рентабельность и срок окупаемости

Рентабельность – это относительный показатель, определяющий уровень доходности проекта. Показатели рентабельности характеризуют эффективность работы предприятия в целом, доходов различных направлений деятельности; они более полно, чем прибыль характеризуют окончательные результаты хозяйствования, потому что их величина показывает соотношение эффекта с наличными или потребленными ресурсами [7].

Рентабельность продукции:

$$R_{\text{прод}} = \Pi_{\text{ед}} / C_{\text{ед}} \cdot 100\%, \quad (60)$$

где  $\Pi_{\text{ед}}$  – прибыль в расчете на единицу продукции, тыс. руб.;  $C_{\text{ед}}$  – себестоимость единицы продукции, тыс. руб.

$$R_{\text{пр}} = 1848 / 6000 \cdot 100\% = 30,8\%.$$

Таблица 36 – Сводные технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Величина показателя
1	Годовой объем выпуска продукции	т	70 000
2	Количество работающих всего, в том числе:	чел.	61
2.1	производственных рабочих	чел.	56
2.2	руководители, специалисты	чел.	5
3	Балансовая стоимость оборудования	тыс. руб.	6050
4	Коэффициент загрузки оборудования		0,8
5	Себестоимость годового выпуска всего, в том	тыс. руб.	249761,83
6	Себестоимость единицы продукции	тыс. руб.	3568
7	Прибыль	тыс. руб.	170238,17
8	Чистая прибыль	тыс. руб.	129381,01
9	Рентабельность продукции	%	30,8

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения заданной годовой производительности 70000 тонн в год необходимо следующее сырье: магнезит – 128055,8 т, АМШ – 8681,3 т, ЛСТ – 1145,4 т; природного газа Тюменского месторождения–371,49 м<sup>3</sup>/час.

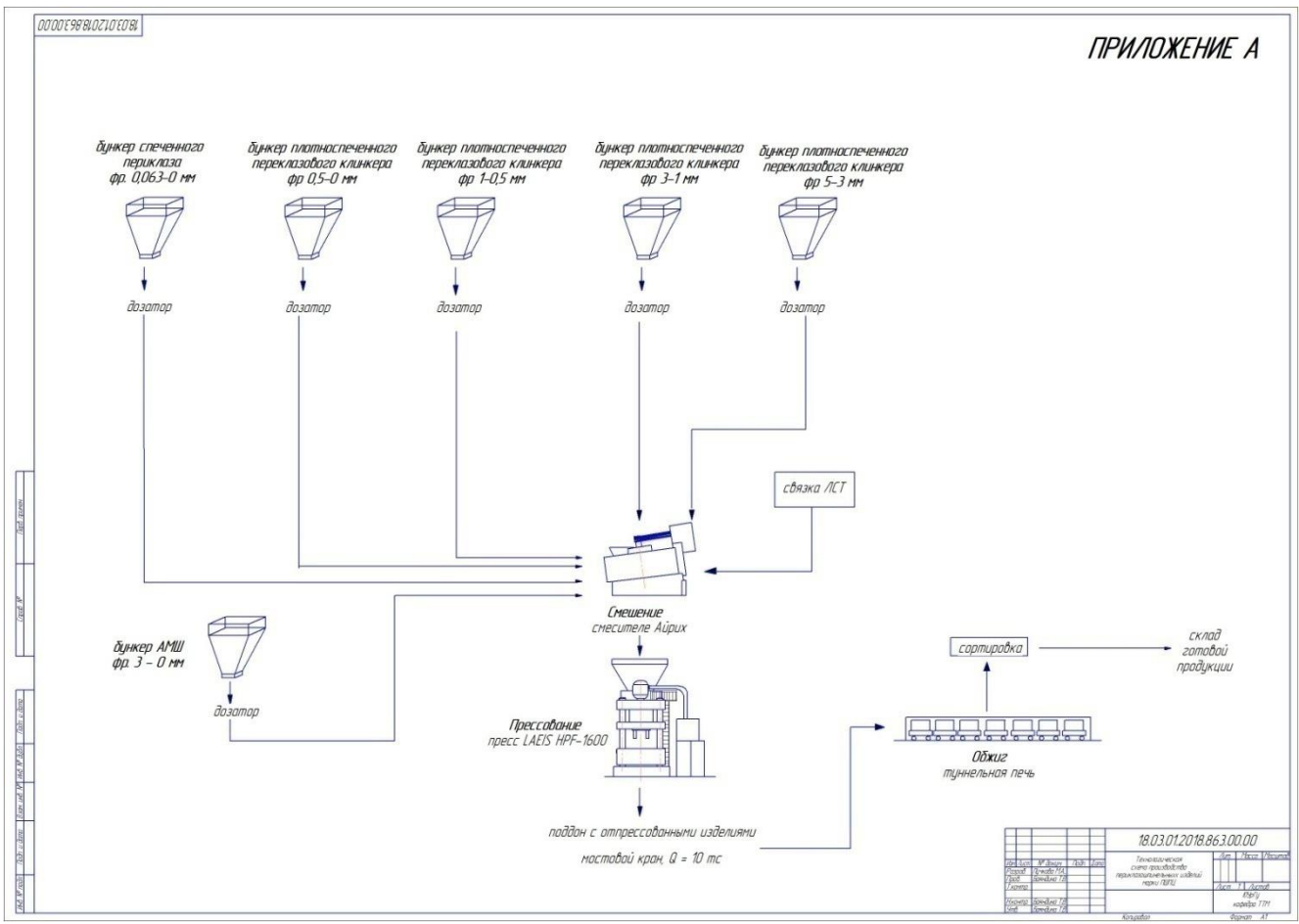
Предложенное изменение в существующую технологию позволит улучшить условия труда, при этом себестоимость готового выпуска продукции составит 249761,83 тысяч рублей, рентабельность производства 30,8 %.

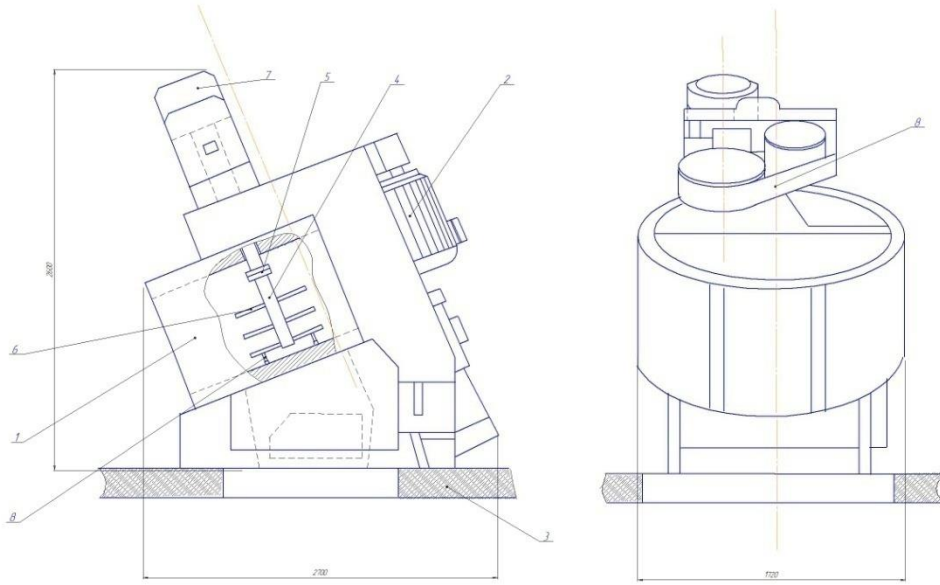
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балабанов, И.Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? / И. Т. Балабанов. – М. : 2005. – 305 с.
2. Ильевич, А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров/ А.П. Ильевич. – М.: Машиностроение, 1968. – 366 с.
3. Кащеев, И.Д. Свойства и применение огнеупоров/ И.Д. Кащеев. – М.: Теплотехник, 2004. – 352 с.
4. Кащеев, И.Д. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение / И.Д. Кащеев. – М.: Теплоэнергетик, 2003. – 320 с.
5. Левченко, П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности/ П.В. Левченко. – М: Высшая школа, 1968. – 367 с.
6. Ксендзовский, В.Р. Автоматизация печей огнеупорной промышленности / В.Р. Ксендзовский. –М. : Metallurgia, 1967. – 364 с.
7. Стоянова, Е.П. Финансовый менеджмент / Е.П. Стоянова. –М.: 2004. – 158 с.
8. Андоньев, С.М. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии/ С.М. Андоньев, О.В. Филиппьев. – М.: Metallurgia, 2009. – 198 с.
9. Ефанов, П.Д. Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии/ П.Д. Ефанов, Н.Н. Карнаух. –М.: Metallurgia, 2000. – 204 с.
10. Кащеев, И.Д. Испытание и контроль огнеупоров / И.Д. Кащеев, К.К. Стрелов. – М.: Интермент Инжиниринг, 2003. – 286 с.
11. Стрелов, К.К. Технология огнеупоров / К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин. – М: Metallurgia, 1978. – 267 с.
12. Кащеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров / И.Д. Кащеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин. – М.: Интермент Инжиниринг, 2007. – 752 с.
13. Мамыкин, П.С. Печи и сушила огнеупорных заводов/ П.С. Мамыкин, П.В. Левченко, К.К. Стрелов. – М: Высшая школа, 1969. – 469 с.
14. Певзднер, М.Е. Экология горного производства / М.Е. Певзднер, В.П. Костовецкий. – М.: Недра, 2000. – 397 с.



15. Полоцкий, А.М. Автоматизация химических производств / А.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М: Химия, 2002. – 158 с.
16. Васильев, Г.А. Основы безопасности труда на предприятиях черной металлургии / Г.А. Васильев, В.Д. Жидков, Л. Г. Шакирзянова. – М.: Металлургия, 2003. – 304 с.
17. Хорошавин, Л.Б. Магнезиальные огнеупоры. Справочник / Л.Б. Хорошавин, В.А. Перепелицын, В.А. Кононов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 547с.
18. Охрана труда. Под ред. Ушакова К.З. – М.: Недра, 2006. – 201 с.
19. ТИ 00187145–161–2013 Производство периклазошпинельных изделий марки ПШПЦ в ЦМИ–2. Технологическая инструкция.



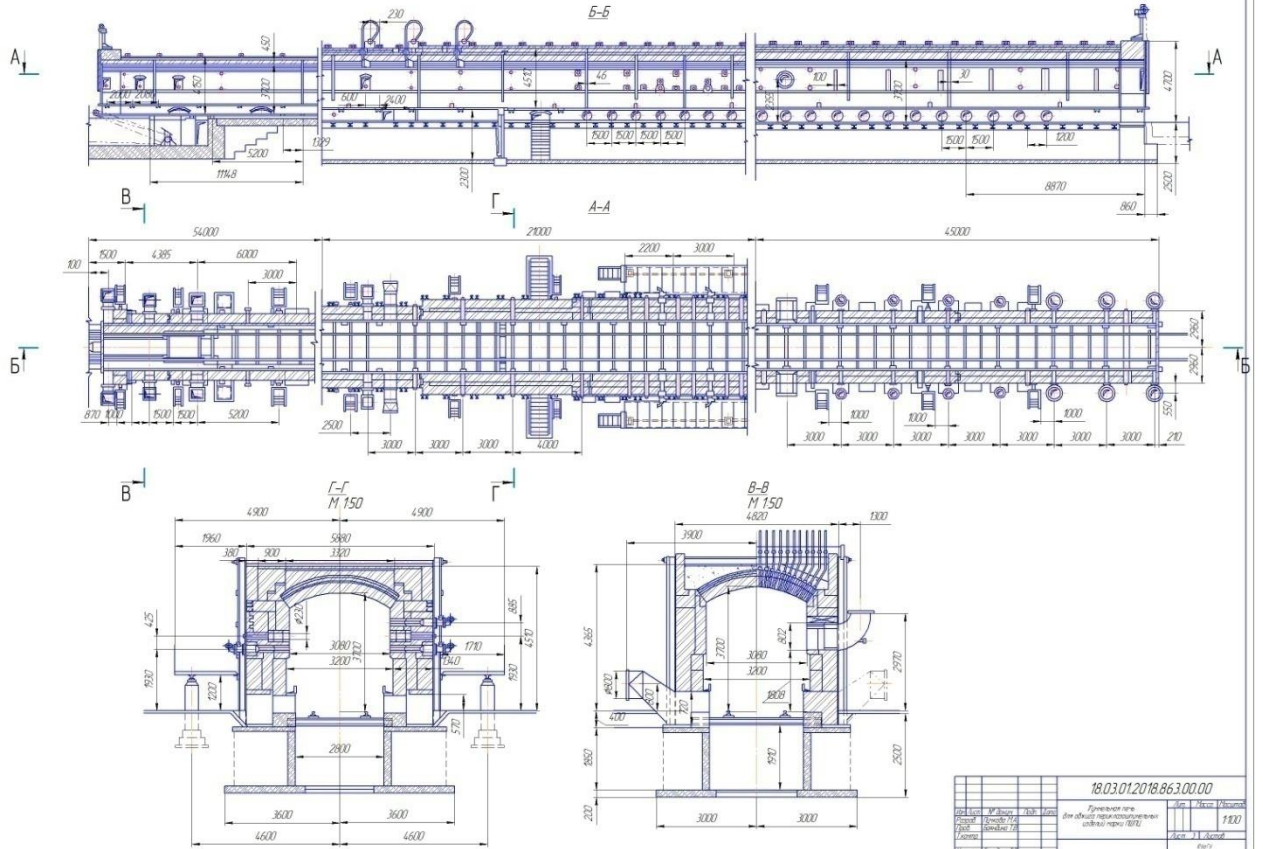


№пз	Обозначение	Наименование	Шт.	Примечание
1		Корпус	1	
2		Штабель подшипников	1	
3		Шарикоподшипник	1	
4		Вал регулируемый	1	
5		Соединительная муфта	1	
6		Исполнительный подшипник	1	
7		Шарикоподшипник регулируемый	1	
8		Пружина возвратная	1	

				18.03.01.2018.863.00.00	
Исполн.	М.Иванов	Инж.	М.Иванов	Лист	120
Провер.	С.Иванов	Инж.	С.Иванов	Лист	120
Утверд.	И.Иванов	Инж.	И.Иванов	Лист	120
Специал.	С.Иванов	Инж.	С.Иванов	Лист	120
Ввод.	И.Иванов	Инж.	И.Иванов	Лист	120

18.03.01.2018.863.00.00

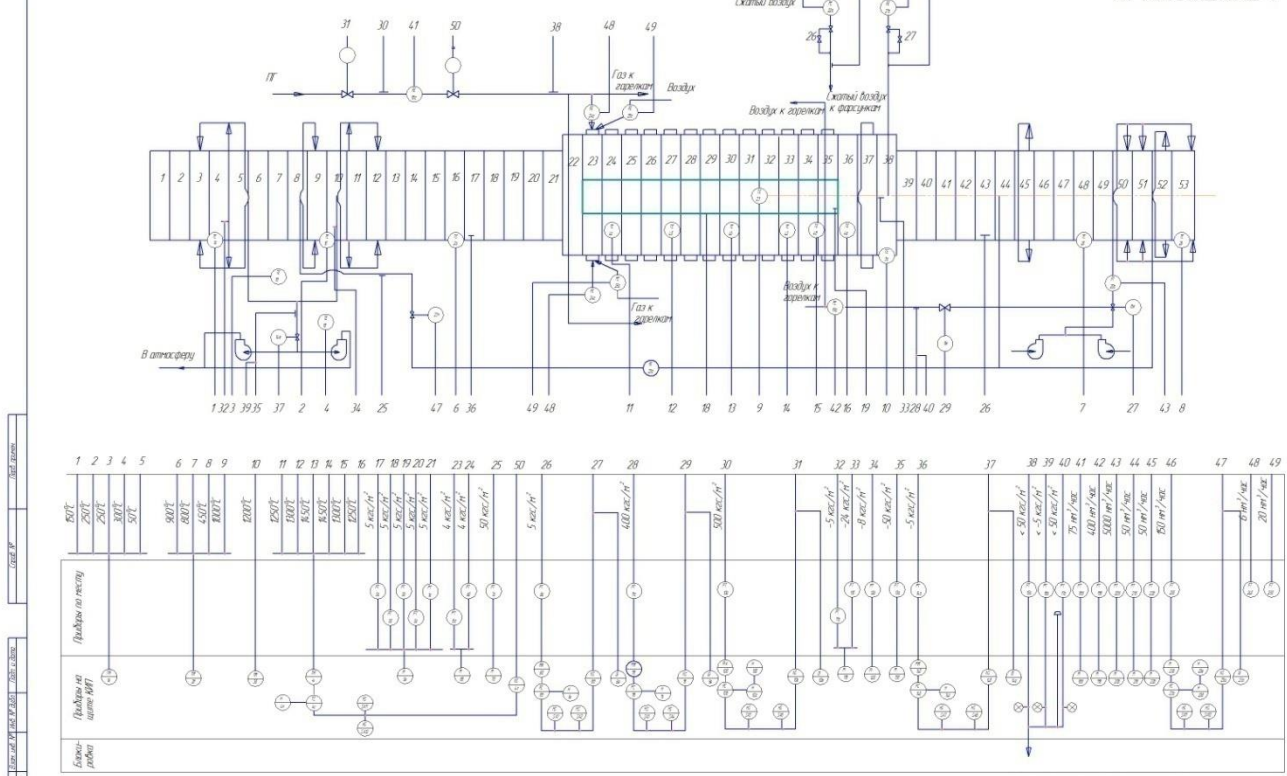
**ПРИЛОЖЕНИЕ В**



18.03.01.2018.863.00.00			
Исполн.	М.И.Иванов	Дата	14.06.18
Проект.	С.И.Петров	Лист	1/10
Деталь	Кухня	Колонт.	И.И.Сидоров
Страна	Россия	Контр.	И.И.Сидоров
Масштаб	1:50	Вариант	И

18.03.01.2018.863.00.00

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49							
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000					

18.03.01.2018.863.00.00	
Исполн.	М.И.Иванов
Проект.	В.И.Иванов
Деталь.	В.И.Иванов
Состав.	В.И.Иванов
Вид.	В.И.Иванов
Схема обдувочных палат	
Туннельная печь	
Лист	11
Всего	11
Корректор	В.И.Иванов
Дата	18.03.01.2018

п/п	Показатели	Единица измерения	Величина показателя
1	Годовой объем выпуска продукции	тонн	70 000
2	Количество работающих всего, в том числе:	человек	61
2.1	производственных рабочих	человек	56
2.2	руководители, специалисты	человек	5
4	Балансовая стоимость оборудования	тысяч рублей	6050
5	Коэффициент загрузки оборудования		0,8
6	Себестоимость годового выпуска всего,	тысяч рублей	249761,83
7	Себестоимость единицы продукции	рублей	3568
8	Прибыль	тысяч рублей	170238,17
9	Чистая прибыль	тысяч рублей	129381
10	Рентабельность продукции	%	30,8

				18.03.01.2018.863.00.00			
п/п	М.Инициал	подпись	дата	ЕДИНИЦА-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ	п/п	М.Инициал	подпись
1				ПОКАЗАТЕЛИ	1		
2					2		
3					3		
4					4		
5					5		
6					6		
7					7		
8					8		
9					9		
10					10		
				инициатор			