

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2020 г.

Совершенствование технологической линии производства ФОМ
на участке обжига

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 18.03.01.2020.571. ПЗ ВКР

Руководитель, к.т.н., доцент
_____ Т.В. Баяндина
«__» _____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО – 509
_____ О.Г. Чистяков
«__» _____ 2020 г.

Нормоконтролер
преподаватель
_____ О.С. Микерина
«__» _____ 2020 г.

Челябинск 2020

МИНИСТРЕСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)»
Кафедра «Техника, технологии и строительство»
Направление 18.03.01 «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

_____ К.М. Виноградов

_____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Чистякова Олега Геннадьевича

Группа ДОз-509

1 Тема работы:

Совершенствование технологической линии производства ФОМ на участке
утверждена приказом по университету от 24.04. 2020 г. № 627

2 Срок сдачи студентом законченной работы 26.06.2020

3 Исходные данные к работе

3.1 Существующая технология производства

3.2 Годовая производительность по готовой продукции

3.3 Материалы курсовой работы по дисциплине

«Практикум по виду профессиональной деятельности»

3.4 Материалы курсового проекта по дисциплине «Практикум по виду
профессиональной деятельности»

3.5 Материалы курсового проекта по дисциплине «Расчет печей и сушил»

3.6 Материалы преддипломной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих
разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Сравнительный анализ технологии производства флюса ожелезненного магниального в России и за рубежом

4.2 Предложение по изменению в существующую технологию

4.3 Технологический раздел

4.3.1. Характеристика исходного сырья

4.3.2 Описание технологии производства

4.3.3 Материальный баланс производства

4.3.4 Контроль технологии производства

4.4 Подбор и расчет механического оборудования

4.5 Теплотехнический раздел

4.6 Автоматизация и механизация производства

4.7 Безопасность жизнедеятельности

4.8 Экономический раздел

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

5.1 Таблица характеристики исходного сырья – 1 лист

5.2 Технологическая схема производства – 1 лист

5.3 Чертеж механическое оборудование – 1 лист

5.4 Чертеж теплового агрегата –1 лист

5.5 Схема автоматизации теплового агрегата – 1 лист

5.6 Таблица с технико-экономическими показателями производства – 1 лист

Всего 6 листов

6 Дата выдачи задания 10.02.2020

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Введение. Сравнительный анализ технологии производства в России и за рубежом. Предложения по изменению в существующую технологию	10.02 –17.02.2020	
Технологический раздел	18.02 –25.02.2020	
Подбор и расчет механического оборудования	26.02–03.03.2020	
Теплотехнический раздел	03.03–10.03.2020	
Автоматизация и механизация производства	10.03–15.03.2020	
Безопасность жизнедеятельности	16.03–21.03.2020	
Экономический раздел	12.06–15.06.2020	
Оформление работы	12.06–26.06.2020	
Защита работы	6.07–7.07.2020	

Заведующий кафедрой _____/К.М. Виноградов/

Руководитель работы _____ /Т.В. Баяндина/

Студент _____/О.Г. Чистяков/

АННОТАЦИЯ

Чистяков О.Г. Совершенствование технологической линии производства ФОМ на участке обжига. – Челябинск: ЮУрГУ, ТТС, 2020, 52 с., 7 ил., библиогр. список – 15наим.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено совершенствование технологической линии производства ФОМна участке обжига путем замены барабанного холодильника на ригельный холодильник.

В работе представлена характеристика сырья, используемого для получения флюса ожелезненного магнезиального. Описаны технология производства с учетом предложенного изменения в существующую технологию, контроль качества производства, автоматизация вращающейся печи. Проанализирована безопасность жизнедеятельности производства.

С учетом предложенного изменения в существующую технологию и заданной годовой производительности определены расходные коэффициенты сырья; подобрано и рассчитано необходимое количество единиц механического оборудования; необходимое количество природного газа; себестоимость готовой продукции.

					<i>18.03.01.2020.571.00.00</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>		<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Чистяков О.Г.</i>				<i>Совершенствование технологии линии производства ФОМ на участке обжига</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	<i>Баяндина Т.В.</i>					<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>52</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Микерина О.С.</i>				<i>ЮУрГУ, г. Челябинск Кафедра ТТС</i>			
<i>Утв.</i>	<i>Виноградов К.М.</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ФЛЮСА ОЖЕЛЕЗНЕННОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО В РОССИИ И ЗАРУБЕЖОМ.....	8
2 ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ИЗМЕНЕНИЮ В СУЩЕСТВУЮЩУЮ ТЕХНОЛОГИЮ.....	10
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Характеристика исходного сырья.....	12
3.2 Описание технологии производства	12
3.3 Материальный баланс производства.....	14
3.4 Контроль качества производства.....	17
4 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	19
5 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	22
6 АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	30
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	36
8 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	44
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. РИГЕЛЬНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ГРОХОТ ГИЛ-32.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ВРАЩАЮЩИЕСЯ ПЕЧЬ.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Решение вопроса энергосбережения является актуальной задачей огнеупорного производства. Энергосбережения можно достичь за счет изменения вещественного состава исходного сырья или за счет повышения коэффициента полезного действия (КПД) печного агрегата. Повысить КПД печного агрегата можно путем применения современного теплотехнического оборудования. Таким теплотехническим оборудованием может быть ригельный холодильник. Как показал анализ научно-технической литературы, применение ригельного холодильника позволяет повысить КПД печного агрегата и снизить при этом расхода топлива[1].

Цель работы – совершенствование технологической линии производства ФОМ на участке обжига.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- провести сравнительный анализ технологий производства флюса ожелезненного магнезиального (ФОМ) в России и за рубежом и предложить изменение в существующую технологию ФОМ;
- изучить характеристику исходного сырья для производства ФОМ;
- описать технологию производства ФОМ с учетом предложенного изменения;
- составить материальный баланс производства;
- изучить контроль производства;
- подобрать и рассчитать необходимое количество единиц механического оборудования с учетом заданной годовой производительности по готовой продукции;
- провести теплотехнические расчеты производства;
- описать автоматизацию и механизацию производства;
- изучить безопасность жизнедеятельности при производстве ФОМ;
- провести расчет себестоимости продукции с учетом предложенного изменения в существующую технологию.

Объект работы – технология производства ФОМ.

Результаты работы можно рекомендовать для внедрения в производства огнеупорных неформованных материалов.

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ФЛЮСА ОЖЕЛЕЗНЕННОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Ожелезненный магнезиальный флюс (ФОМ) используют для увеличения срока службы периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочных ковшей, кислородных конвертеров, дуговых электросталеплавильных печей, установки и агрегаты внепечной обработки стали и сохранение высоких рафинирующих свойств шлака.

Исходным сырьем для производства ФОМ является природный магнезит и сидеритовая руда.

Природный магнезит существует в природе в виде двух разновидностей: кристаллической и амфорной.

В огнеупорном производстве в качестве исходного сырья чаще всего используют кристаллическую разновидность магнезита.

В России месторождения кристаллического магнезита находятся на Урале – Саткинское месторождение, и в Красноярском крае – Халиловское месторождение.

За рубежом месторождения кристаллического магнезита расположены в Австралии, Словакии, Испании, Китае, Канаде, Бразилии, Северной Корее и США[2].

Основные примеси кристаллического магнезита – диабаз, доломит, кварцит. Поэтому природный магнезит необходимо предварительно обогащать.

Существуют следующие способы обогащения природного магнезита: обогащение в тяжелых суспензиях, флотация, кальцинация, химическое обогащение, лазерная фотосепарация.

В России наиболее распространенные способы обогащения природного магнезита – обогащение в тяжелых суспензиях и лазерная фотосепарация.

За рубежом наибольшее распространение получил метод флотации и комбинированные способы обогащения. Например, фирма «ЗульцерБраверс» (Швейцария) разработала способ обогащения магнезита, позволяющий получать сырье высокого качества по следующей схеме: магнезит → дробление → каустизация → растворение → фильтрация и промывка → осаждение → фильтрация и промывка → сушка и каустизация → брикетирование → обжиг [8].

За рубежом применяют также химическое обогащение: процесс Рутнера, который основывается на растворении в соляной кислоте магнезитов низкого качества.

Для производства ФОМ можно использовать не только природный магнезит, но и хвосты обогащения. Использование хвостов обогащения позволяет создавать безотходные технологии огнеупорного производства.

Вторым компонентом для получения ФОМ является сидеритовая руда.

В России основным месторождением сидеритовой руды является Бакальское месторождение.

Информация о месторождениях сидеритовой руды за рубежом в научно-технической литературе отсутствует.

Флюс ожелезненный магнезиальный изготавливают как в России, так и за

рубежом путем совместного обжига магнезита и сидерита во вращающихся печах.

В настоящее время важной проблемой в огнеупорном производстве является создание энергосберегающих технологий. Энергосберегающие технологии можно создать путем использования современного механического и теплотехнического оборудования. Для создания энергосберегающей технологии необходимо заменить барабанный холодильник вращающейся печи на современный ригельный холодильник. При этом наблюдается не только расход топлива для получения ФОМ, но и увеличивается КПД вращающейся печи [1].

Таким образом, сравнительный анализ производства ФОМ в России и за рубежом показал, что можно усовершенствовать технологию получения ФОМ на стадии обжига путем замены барабанного холодильника на ригельный.

2 ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ИЗМЕНЕНИЮ В СУЩЕСТВУЮЩУЮ ТЕХНОЛОГИЮ

Для создания энергосберегающей технологии производства ФОМ предложено заменить барабанный холодильник вращающейся печи на ригельный холодильник (приложение А). При этом увеличивается КПД вращающейся печи и снижается расход топлива на обжиг ФОМ. Снижение расхода топлива на обжиг сырьевых материалов с целью получения ФОМ должно привести к снижению себестоимости продукции или себестоимость продукции остается такой же, но при этом будет наблюдаться экономия природного газа.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Характеристика исходного сырья

В качестве исходного сырья для получения флюса ожеженного магниального используют природный магнезит марки МП, сидеритовая руда или окатыши железосодержащие и каустический магнезит.

Требования, предъявляемые к исходному сырью для получения ФОМ, приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Требования к природному магнезиту марки МП [6]

Наименование показателя	Норма для марок
Массовые доли % MgO, не менее CaO, не более SiO ₂ , не более	46 4,5 2,0
Присадки доломита Массовая доля влаги	Факультативно Факультативно

Таблица 2 – Требования к сидеритовой руде [6]

Наименование показателей	Норматив
Массовая доля, % (на прокаленное вещество) Fe ₂ O ₃ , не менее SiO ₂ , не более	42 10
Влажность, %, не более	4,0

Таблица 3 – Требования к каустическому магнезиту [6]

Наименование показателей	Норма для марки	
	ПМКМк-80	ПМКМк-75
Массовая доля (на абсолютно сухое вещество),%: MgO, не менее	80	75
CaO, не более	2,5	3,5
SiO ₂ , не более	2,0	2,5
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ , не более	2,5	3,5
Сульфаты в пересчёте (SO ₄), не более	–	–
C, не более	0,2	0,3
Изменение массы при прокаливании, %, не более	8	8
Изменение массы при прокаливании после гидротации, %, не менее	25	22

Окончание таблицы 3

Наименование показателей	Норма для марки	
	Массовая доля влажности, %, не более	–
Зерновой состав, массовая доля, %:		
проход через сетку №2	–	–
остаток на сетке № 02, не более	не допускается	
проход через сетку № 009, не менее	85	85

3.2 Описание технологии производства

Флюс ожеженный магниальный получают обжигом при температуре 1500°С во вращающейся печи. Загрузка печи производится совместно материалами в магниальных (сырой магnezит и каустический) и железосодержащих (сидеритовая руда), состав которых приведен в таблице 3.2

Таблица 3.2– Состав шихты для обжига флюса на основе магнизита

Компоненты шихты	Количество, %
Сырой магнизит фракции 40–0 мм	45–50
Каустический магнизитовый порошок	40–55
Руда сидеритовая фракции 13–0 мм	8±1

Производство ожеженного магниального флюса осуществляется по технологической схеме, показанной на рисунке 3.2.

Руда сидеритовая поставляется автотранспортом, далее разгружается в приемный бункер. С бункера при помощи элеватора и транспортеров руда подается в расходный бункер над вращающейся печью.

Сырой магнизит фракции 40 – 0 поставляется через грузоподвесной канатной дороги, складывается в расходный бункер над вращающейся печью.

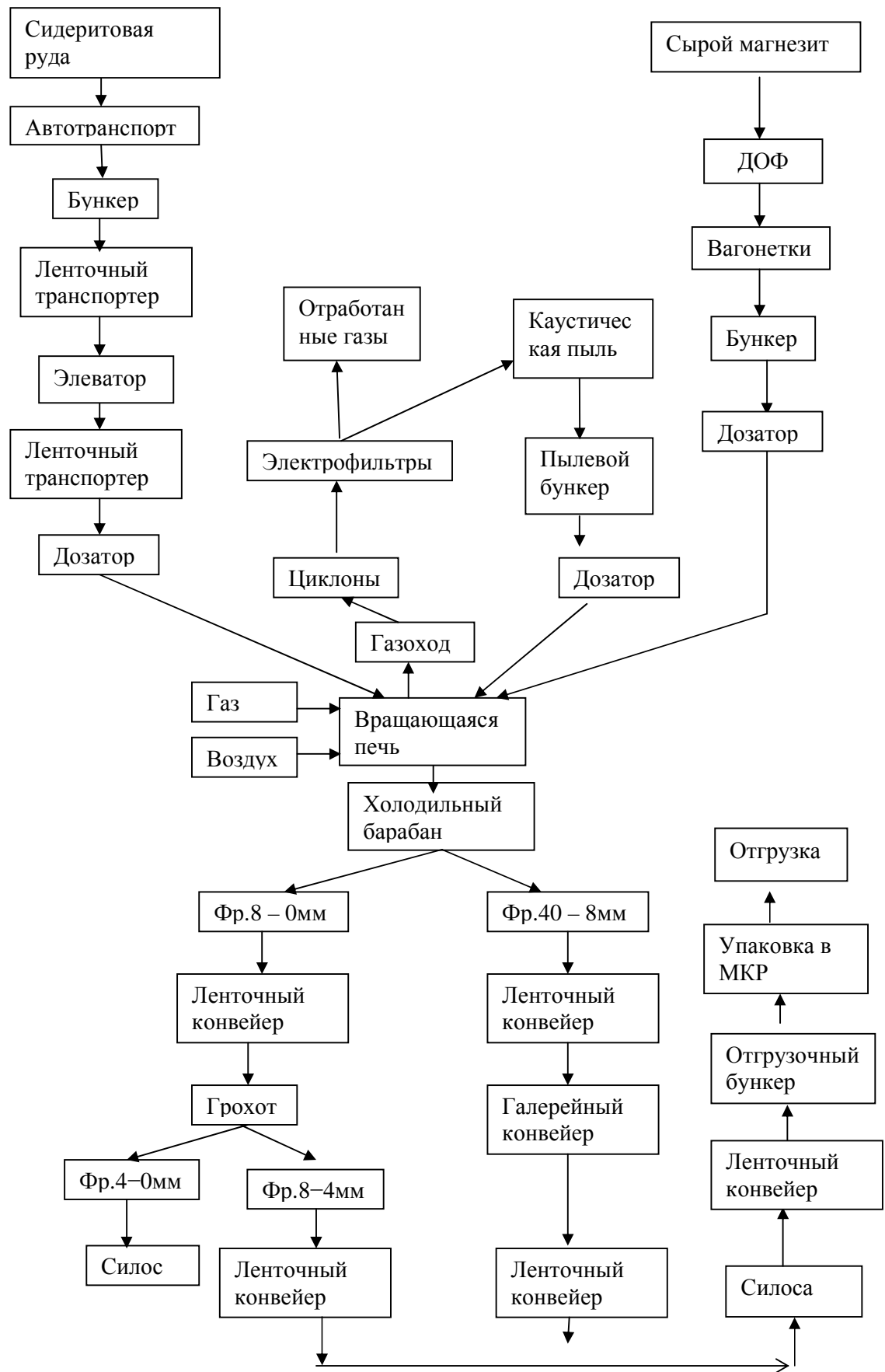


Рисунок 3.1 – Технологическая схема производства ФОМ

Фракция 8–4 мм подается в отгрузочные бункера. Далее при помощи весовых дозаторов производят упаковку ФОМ потребителям.

При обжиге сырьевых материалов наблюдается их разрушение и образование тонкодисперсного материала, называемого пылеуносом. Образующий пылеунос улавливают с помощью циклонов. Уловленный тонкодисперсный материал возвращают вновь в производство. Для возврата в производство тонкодисперсный материал складывают в бункерах под циклонами. Использование данной пыли производят при помощи пневмотранспорта.

3.3 Материальный баланс производства

С учетом заданной годовой производительности 10000 т/год готовой продукции определим количество необходимого сырья. Для этого сначала составляем материальный баланс.

Исходные данные для составления материального баланса:

- $\Delta m_{\text{прк}}$ природного магнетита 44 %;
- $\Delta m_{\text{прк}}$ каустического магнетитового порошка 10 %;
- Влажность природного магнетита 5 %;
- безвозвратные потери при транспортировке составляют 1 %;
- пылеунос при обжиге во вращающейся печи составляет 25 %.

Шихта для получения ФО состоит из природный магнетит фракции 40 – 0 мм, каустического магнетитового порошка и сидеритовой руды, взятых в соотношении, мас. %: 50 ÷ 42,9 ÷ 7,1 соответственно.

Определим необходимое количество природного магнетита.

Выход продукции из вращающейся печи с учетом безвозвратных потерь при транспортировке в процессе переработки:

$$Q_1 = Q_{\text{год}} \cdot 100 / (100 - q_1), \quad (1)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовая потребность в исходном компоненте, т; q_1 – безвозвратные потери при транспортировке, %.

$$Q_1 = 5000 \cdot 100 / (100 - 1) = 5051 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратных потерь при транспортировке:

$$q_1' = Q_1 - Q_{\text{год}} = 5051 - 5000 = 51 \text{ т/год.} \quad (2)$$

Подача сырого магнетита в печь с учетом потери при прокаливании:

$$Q_2 = Q_1 \cdot 100 / (100 - q_2), \quad (3)$$

где q_2 – потери при прокаливании, %.

$$Q_2 = 5051 \cdot 100 / (100 - 44) = 9020 \text{ т/год.}$$

Масса потерь при прокаливании:

$$q_2' = Q_2 - Q_1 = 9020 - 5051 = 3969 \text{ т/год.} \quad (4)$$

Подача сырого магнетита в печь с учетом пылеуноса:

$$Q_3 = Q_2 \cdot 100 / (100 - q_3), \quad (5)$$

где q_3 – процент выносимой пыли;

$$Q_3 = 9020 \cdot 100 / (100 - 25) = 12027 \text{ т/год.}$$

Масса выносимой пыли:

$$q_3' = Q_3 - Q_2 = 12027 - 9020 = 3007 \text{ т/год.} \quad (6)$$

Масса улавливаемой пыли:

$$q_3'' = q_3' \cdot k/100, \quad (7)$$

где k – коэффициент полезного действия пылеулавливающего устройства.

$$q_3'' = 3007 \cdot 98/100 = 2947 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратно уносимой пыли:

$$q_3''' = q_3' - q_3'' = 3007 - 2947 = 60 \text{ т/год.} \quad (8)$$

Подача сырого магнезита в печь с учетом возврата пыли в производство:

$$Q_4 = Q_3 - q_3'' = 12027 - 2947 = 9080 \text{ т/год.} \quad (9)$$

Подача сырого магнезита в печь с учетом влажности:

$$Q_5 = Q_4 \cdot 100/(100 - q_5), \quad (10)$$

где q_5 – влажность магнезита, %,

$$Q_5 = 9080 \cdot 100/(100 - 5) = 10275 \text{ т/год.}$$

Масса воды, испаряемой в печи:

$$q_4' = Q_5 - Q_4 = 9558 - 9080 = 478 \text{ т/год.} \quad (11)$$

Таким образом, природного магнезита требуется 10275 т/год с учетом заданной производительности по готовой продукции.

Определи необходимое количество каустического магнезитового порошка.

Выход каустического магнезитового порошка из вращающейся печи с учетом безвозвратных потерь при транспортировке в процессе:

$$Q_1 = 4290 \cdot 100/(100 - 1) = 4333 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратных потерь при транспортировке:

$$q_1' = Q_1 - Q_{\text{год}} = 4333 - 4290 = 43 \text{ т/год.}$$

Подача каустического магнезитового порошка в печь с учетом потери при прокаливании составит

$$Q_2 = 4333 \cdot 100/(100 - 10) = 4814 \text{ т/год.}$$

Масса потерь при прокаливании:

$$q_2' = Q_2 - Q_1 = 4814 - 4333 = 481 \text{ т/год.}$$

Подача каустического магнезитового порошка в печь с учетом пылеуноса:

$$Q_3 = 4814 \cdot 100/(100 - 25) = 6419 \text{ т/год.}$$

Масса выносимой пыли:

$$q_3' = Q_3 - Q_2 = 6419 - 4814 = 1605 \text{ т/год.}$$

Масса улавливаемой пыли:

$$q_3'' = 1605 \cdot 98/100 = 1573 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратно уносимой пыли:

$$q_3''' = q_3' - q_3'' = 1605 - 1573 = 32 \text{ т/год.}$$

Подача каустического магнезитового порошка в печь с учетом возврата пыли в производство:

$$Q_4 = Q_3 - q_3'' = 6419 - 1573 = 4846 \frac{\text{т}}{\text{год.}}$$

Таким образом, с учетом заданной годовой производительности требуется каустического магнезитового порошка 4876 т/год.

Определим необходимое количество третьего компонента – сидеритовой руды.

Выход сидеритовой руды из вращающейся печи с учетом безвозвратных

потерь при транспортировке в процессе переработки:

$$Q_1 = 710 \cdot 100 / (100 - 1) = 717 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратных потерь при транспортировке:

$$q_1' = Q_1 - Q_{\text{год}} = 717 - 710 = 7 \text{ т/год.}$$

Подача руды в печь с учетом потери при прокаливании:

$$Q_2 = 717 \cdot 100 / (100 - 30) = 1024 \text{ т/год.}$$

Масса потерь при прокаливании:

$$q_2 = Q_2 - Q_3 = 1024 - 717 = 307 \text{ т/год.}$$

Подача руды в печь с учетом пылеуноса:

$$Q_3 = 1024 \cdot 100 / (100 - 25) = 1365 \text{ т/год.}$$

Масса выносимой пыли:

$$q_3' = Q_3 - Q_2 = 1365 - 1024 = 341 \text{ т/год.}$$

Массу улавливаемой пыли:

$$q_3'' = 341 \cdot 98 / 100 = 334 \text{ т/год.}$$

Масса безвозвратно уносимой пыли:

$$q_3''' = q_3' - q_3'' = 341 - 334 = 7 \text{ т/год.}$$

Подача руды в печь с учетом возврата пыли в производство:

$$Q_4 = Q_3 - q_3''' = 1365 - 334 = 1031 \text{ т/год.}$$

Подача руды в печь с учетом влажности:

$$Q_5 = 1031 \cdot 100 / (100 - 5) = 1085 \text{ т/год.}$$

Масса воды, испаряемой в печи:

$$q_4' = Q_5 - Q_4 = 1085 - 1031 = 54 \text{ т/год.}$$

Таким образом, с учетом заданной годовой производительности требуется сидеритовой руды в количестве 1085 т/год.

По рассчитанным значениям составим материальный баланс производства. Материальный баланс производства приведен таблице 3.3.

Таблиц 3.3 – Материальный баланс производства ФОМ

Приход, т/год		Расход, т/год	
Подача магнетита в печь –	10275	Производительность –	10000
Подача порошка в печь –	4846	Потери при транспортировке –	101
Подача руды в печь –	1085	Потери при прокаливании –	5474
		Безвозвратно уносимая пыль –	99
		Испаряемая влага –	532
Итого	16206	Итого	16206

Из таблицы 3.3 видно, что невязка баланса равна 0%.

Вывод: для обеспечения производительности ФОМ 10000 т/год требуется сырого магнетита марки МП фракции 40–5 мм–10 275 т; каустического магнетитового порошка–4846 т. и сидеритовой руды фракции 13 – 0 мм–1085 т.

3.4 Контроль качества производства

Все стадии получения ФОМ контролируется. Различают входной, текущий контроль и контроль готовой продукции. Во время входного контроля

производства ФОМ проводится проверка качества сырья и вспомогательных материалов: определяется химический и зерновой состав. Данный контроль позволяет производить приемку качественного исходного сырья.

Текущий контроль позволяет контролировать весь технологический процесс получения ФОМ, а именно: технологический режим. В данном производстве это дозирование исходных компонентов, температура обжига во вращающейся печи, рассев полученного материала после обжига.

Контроль готовой продукции заключается в определении химического и зернового состава. На каждую партию готовой продукции выдается сертификат.

В таблице 3.4 приведен входной и текущий контроль технологии изготовления ожелезненных магнезиальных флюсов ФОМ [14].

Таблица 3.4 – Контроль технологии производства

Наименование контролируемого материала	Контролируемый параметр	Место отбора проб	Частота отбора проб	Частота определения	Кто отбирает пробы	Кто производит определение
Сырой магнезит	Массовая доля MgO, CaO Зерновой состав на сите № 10,5	Дозатор печи	2 раза в сутки	2 раза в сутки	ЦМП-3	УККИИ
Рудасидеритовая	Массовая доля Fe ₂ O ₃ Зерновой состав на сите № 10,8,5,3,1	Бункер	При заполнении бункера	При заполнении бункера	ЦМП-3	ОКИ
Высокомагнезиальный флюс	Массовая доля MgO, CaO, Fe ₂ O ₃ , SiO Зерновой состав на сите № 40,4	Конвейер	От каждой партии	От каждой партии	ЦМП-3	ОКИ

Таким образом, на всех стадиях производства ФОМ осуществляется контроль производства, что позволяет получать качественную продукцию.

4ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С учетом заданной годовой производительности 10000 т/год и предложенного изменения в существующую технологию проведем подбор и расчет необходимого количества единиц механического оборудования.

Определение полезного фонда времени при прерывном графике работы оборудования

$$E_x = K - P, (11)$$

где K – календарное количество дней в году; P – время ремонтов.

$$E_x = 365 \cdot 24 - 240 = 8520 \text{ часов.}$$

Основное оборудование в рассматриваемом производстве – это вращающаяся печь и грохот ГИЛ–32. Вспомогательное оборудование – ленточный транспортер; ленточный дозатор непрерывного действия типа ЛДА-100; элеватор типа ЭЛГ-250.

Рассмотрим основное оборудование. Основной стадией производства ФОМ является – стадия обжига. Обжиг осуществляется во вращающейся печи, техническая характеристика которой приведена в таблице 4.1

Таблица 4.1– Технические характеристика вращающейсяпечи

Наименование	Показатели
Размеры печи, м:	
длина	90
диаметр	3,0
Частота вращения, об/мин	2,34
Производительность, т/ч	11
Удельный расход:	
условного топлива, кг/т	365
электроэнергии, кВт·ч/т	72,2
сырья, т/т	2,10
Запыленность газов, г/м ³ :	
на входе в газоочистку	50–60
на выходе из газоочистки	0,8–1,0
Температура дымовых газов в холодном конце печи, °С	700–760

Определим необходимое количество вращающихся печей для обжига:

$$n = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_{\text{час}} \cdot T_{\text{кал}} \cdot K_{\text{исп}}}, (12)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовая производительность оборудования, т/ год;

$Q_{\text{час}}$ – часовая производительность оборудования, т/ч;

$T_{\text{кал}}$ – календарный фонд времени в году, $T_{\text{кал}} = 8520$ ч;

$K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования оборудования

$$n = \frac{10000}{10,14 \cdot 8520 \cdot 0,75} = 0,16.$$

Принимаем одну вращающуюся печь.

Для охлаждения материала после обжига применяем ригельный холодильник.

Ригельный холодильник включает в себя колосниковую решетку, ригеля, кожух, основание, скребковые транспортеры уборки просыпи, устройство острого дутья, приводы решетки, разгрузочное устройство с молотковой дробилкой, вентиляторы подачи воздуха и футеровку.

Основным рабочим органом является колосниковая решетка, служащая для транспортировки и охлаждения материала. Она делит камеру охлаждения по высоте на две части. На решетке движется слой материала, в подрешетное пространство подается охлаждающий воздух. Решетка состоит из рядов чередующихся между собой подвижных и неподвижных колосников, установленных, на подвижные и неподвижные подколосниковые балки. Подвижные балки закреплены на тележках, опирающихся на опорные катки и совершающих возвратно-поступательное движение ходом до 150мм. Это движение обеспечивается с помощью двух самостоятельных приводов, каждый из которых имеет по две подвижные тележки и электродвигатель постоянного тока, позволяющий регулировать скорость движения тележек в пределах 1:3.

При перемещении материала на колосниковой решетке мелкие куски просыпаются через щели в колосниках и между ними в подколосниковое пространство. Для уборки просыпи установлены два скребковых транспортера с отдельными приводами. Подколосниковое пространство разделено перегородками на камеры, в каждую из которых охлаждающий воздух проводится по отдельному воздухопроводу. Подача воздуха по зонам и его сброс регулируется специальными исполнительными механизмами. Надрешеточное пространство ограничено футерованным металлическим кожухом, имеющим в месте сочленения с печью загрузочную шахту, в боковых стенках – смотровые люки, в торцевой стенке со стороны разгрузочного конца – ремонтные люки и лазы.

Все детали холодильника, подвергающиеся воздействию высоких температур, выполняются из жаропрочной стали.

При работе холодильника горячий материал из печи ссыпается в шахту охладителя, где образуется склон, по которому он пересыпается на ригели острого дутья. Здесь материал первоначально охлаждается за счет воздуха, интенсивно продуваемого через колосники, затем материал попадает на колосниковую решетку, где охлаждается воздухом, продуваемым через слой движущегося материала. Воздух рекуперации, пройдя через слой нагревается и поступает в печь, где используется для сжигания топлива. Избыточный воздух направляется в газоочистную установку.

Холодильник обеспечивает охлаждение материала крупностью до 35 мм от $t = 1650$ до 100°C . При этом содержание материала крупностью свыше 35 мм не более 20%, менее 5мм – не более 40%. Производительность 15-20 т/час. Расход охлаждающего воздуха 2,4 м/кг, удельный расход электроэнергии – 4,5-5кВт/т.

Температура воздуха, поступающего в печь – 600°C , в газоочистку $120-150^{\circ}\text{C}$.

Принимаем один ригельный холодильник.

Для разделения порошка на фракции необходим грохот марки ГИЛ-32. Характеристика грохота марки ГИЛ-32 приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики грохота типа ГИЛ - 32

Наименование	Показатели
Тип грохота	инерционный наклонный
Размеры сит, мм	1 250 x 2 500
Количество сит, шт	2
Амплитуда колебаний, мм	2,5
Частота колебаний короба, об/мин	1 150
Угол наклона короба, °	10–25
Производительность, м ³ /ч (т/ч)	31(53)
Частота вращения вала двигателя, об/мин	1 440
Мощность электродвигателя	5,5
Масса грохота без двигателя, т	2,4

$$n = \frac{10000}{31 \cdot 8520 \cdot 0,65} = 0,06.$$

Принимаем один грохот.

Для дозирования сырья необходимы дозаторы. Для непрерывной подачи сырья во вращающуюся печь устанавливаем весовые дозаторы непрерывного действия с характеристиками, приведенными в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Техническая характеристика дозатора типа ДН 42-86

Наименование	Показатели
Производительность, т/ч	50
Ширина ленты дозатора, мм	1 000
Скорость ленты дозатора, м/с	0,35
Тип вибропитателя	ПЭВ–3–2x9,5
Ширина лотка вибропитателя, мм	850
Суммарная потребляемая мощность, кВт	2

Принимаем три дозатора, т.к. подача шихты в печь производится отдельно.

Для перемещения материалов необходимо транспортирующее устройство. Выбираем ленточный конвейер. Техническая характеристика ленточного конвейера приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Техническая характеристика ленточного конвейера

Наименование	Показатели
Производительность, т/ч	30
Ширина, мм	500
Скорость ленты, м/с	0,7
Коэффициент использования	0,75

$$n = \frac{10000}{30 \cdot 8520 \cdot 0,65} = 0,06.$$

Принимаем один ленточный конвейер.

Кроме ленточного конвейера необходимы элеваторы. Выбираем элеватор типа ЭЛГ-250.

Элеваторы типа ЭЛГ-250 применяются для вертикального подъема порошкообразных и кусковых материалов на высоту до 40 метров. Элеваторы типа ЭЛГ-250 относятся к ленточным ковшевым элеваторам, которые используются в огнеупорной промышленности для подъема зернистых и мелкокусковых материалов[5]. Техническая характеристика грохота ГИЛ-250 представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Техническая характеристика ленточного ковшового элеватора типа ЭЛГ-250

Показатели	Значения
Ёмкость ковша, дм	1,1
Шаг ковшей, мм	300
Скорость движения ленты, м/с	1,0
Производительность, т/ч	20
Число оборотов приводного барабана, об/мин	49
Число оборотов двигателя, об/мин	950

$$n = \frac{10000}{20 \cdot 8250 \cdot 0,65} = 0,09.$$

Принимаем один элеватор.

Таким образом, с учетом технологической схемы производства подобраны и рассчитаны необходимое количество механического оборудования: одна вращающаяся печь, один ригельный холодильник о FLSmidthCross-Bar™ Cooler, один грохот типа ГИЛ–32; один ленточный транспортер, три ленточных дозатора непрерывного действия типа ЛДА-100 и один элеватор типа ЭЛГ-250.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Основной стадией производства ФОМ является обжиг во вращающейся печи. В рассматриваемом производстве выбираем вращающуюся печь имеет длиной 95 м, диаметром 3,0 м и производительностью 11 т/ч.

Проведем расчет горения топлива. Это позволит определить действительную температуру горения топлива. Принимаем для расчетов коэффициент расхода воздуха при сжигании газа $\alpha = 1,2$. Природный газ Тюменского месторождения имеет влажность 1%.

Пересчитываем состав сухого газа на влажный рабочий газ, %:

$$CH_4^{вл} = CH_4^c \frac{100 - H_2O}{100} = 81,7 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 80,88 \%. \quad (13)$$

Другие составляющие газа остаются без изменений

Таблица 5.1– Состав влажного рабочего газа, %

$CH_4^{вл}$, %	$C_2H_6^{вл}$, %	$C_3H_8^{вл}$, %	$C_4H_{10}^{вл}$, %	$C_5H_{12}^{вл}$, %	$CO_2^{вл}$, %	$N_2^{вл}$, %	$H_2S^{вл}$, %	H_2O , %	Сумма, %
80,88	4,95	1,98	1,18	0,59	0,36	8,41	0,59	1,0	100

Определяем теплоту сгорания газа по формуле [4]:

$$Q_H = 358,2 \cdot CH_4 + 637,5 \cdot C_2H_6 + 912,5 \cdot C_3H_8 + 1186,5 \cdot C_4H_{10} + 1460,8 \cdot C_5H_{12} + 231 \cdot H_2S, \quad (2)$$

$$Q_H = 358,2 \cdot 80,88 + 637,5 \cdot 4,95 + 912,5 \cdot 1,98 + 1186,5 \cdot 1,18 + 1460,8 \cdot 0,59 + 231 \cdot 0,59 = 36349,15 \text{ кДж/м}^3.$$

Находим теоретически необходимое количество сухого воздуха по формуле:

$$L_0 = 0,0476(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10} + 8C_5H_{12} + 1,5H_2S) \quad (14)$$

$$L_0 = 0,0476 \cdot (2 \cdot 80,88 + 3,5 \cdot 4,95 + 5 \cdot 1,98 + 6,5 \cdot 1,18 + 8 \cdot 0,59 + 1,5 \cdot 0,59) = 0,0476 \cdot 202,35 = 9,63 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Принимаем влагосодержание атмосферного воздуха $d = 10$ г/кг сухого воздуха и находим теоретически необходимое количество атмосферного воздуха с учетом его влажности по формуле [4]:

$$L'_0 = 1,016L_0, \quad (15)$$

$$L'_0 = 1,016 \cdot 9,63 = 9,78 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

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

Сухого воздуха:

$$L\alpha = \alpha \cdot L_0, \quad (16)$$

$$L\alpha = 1,2 \cdot 9,63 = 11,55 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Атмосферного воздуха:

$$L\alpha' = \alpha \cdot L_0' \quad (17)$$

$$L\alpha' = 1,2 \cdot 9,78 = 11,74 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

Определяем количество и состав продуктов горения при $\alpha=1,2$ по формулам:

$$V_{CO_2} = 0,01 \cdot (CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + H_2S), \quad (18)$$

$$V_{CO_2} = 0,01 \cdot (0,39 + 80,88 + 2 \cdot 4,95 + 3 \cdot 1,98 + 4 \cdot 1,18 + 5 \cdot 0,59 + 0,59) = 1,05 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot (2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + H_2S + H_2O + 0,16dL_\alpha), \quad (19)$$

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot (2 \cdot 80,88 + 3 \cdot 4,95 + 4 \cdot 1,98 + 5 \cdot 1,18 + 6 \cdot 0,59 + 0,59 + 1,0 + 0,16 \cdot 10 \cdot 11,55) = \frac{2,14 \text{ м}^3}{\text{м}^3}$$

$$V_{N_2} = 0,01N_2 + 0,79L\alpha, \quad (20)$$

$$V_{N_2} = 0,01 \cdot 8,41 + 0,79 \cdot 11,55 = 9,21 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_0, \quad (21)$$

$$V_{N_2} = 0,21 \cdot (1,2 - 1) \cdot 9,63 = 0,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Общее количество продуктов горения составляет:

$$V_\alpha = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}, \quad (22)$$

$$V_\alpha = 1,05 + 2,14 + 9,21 + 0,4 = 12,81 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Определим процентный состав продуктов горения по формулам:

$$CO_2 = (100 \cdot V_{CO_2}) / V_\alpha \quad (23)$$

$$CO_2 = (100 \cdot 1,05) / 12,81 = 8,2\%$$

$$H_2O = (100 \cdot V_{H_2O}) / V_\alpha \quad (24)$$

$$H_2O = (100 \cdot 2,14) / 12,81 = 16,7\%$$

$$N_2 = (100 \cdot V_{N_2}) / V_\alpha \quad (25)$$

$$N_2 = (100 \cdot 9,21) / 12,81 = 71,9\%$$

$$O_2 = (100 \cdot V_{O_2}) / V_\alpha \quad (26)$$

$$O_2 = (100 \cdot 0,4) / 12,81 = 3,1\%$$

Составим материальный баланс горения природного топлива. Расчет предоставлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Материальный баланс процесса горения

Приход	кг	Расход	кг
--------	----	--------	----

Природный газ		Продукты горения	
CH ₄ = 80,88·0,717	57,99	CO ₂ =100·1,05·1,977	208,34
C ₂ H ₆ = 4,59·1,356	6,71	H ₂ O=100·2,14·0,804	172,05
C ₃ H ₈ = 1,18·2,020	3,99	N ₂ =100·9,21·1,251	1152,79
C ₄ H ₁₀ = 0,59·2,840	3,37	O ₂ = 100·0,4·1,429	57,81
C ₅ H ₁₂ = 0,39·3,218	1,91	Невязка	0,06
CO ₂ =0,39·1,977	0,78		
N ₂ =8,41·1,251	10,52		
H ₂ S=0,59·1,539	0,94		
H ₂ O= 1,0·0,804	0,8		
Воздух			
O ₂ = 100·11,55·0,21·1,429	346,86		
N ₂ =100·11,55·0,79·1,251	1142,32		
H ₂ O = 0,16 ·10 ·11,55· 0,804	14,86		
Итого:	1591,071	Итого:	1591,008

Невязка баланса составляет: $100 \cdot 0,06 / 1518,07 = 0,003\%$

Определим теоретическую температуру горения. Для этого находим теплосодержание продуктов горения с учетом подогрева воздуха до 800°C и $\alpha=1,2$.

По i-t диаграмме находим теплоту нагрева атмосферного воздуха: $i'_{\text{воз}} = 1200$ кДж/нм³[4].

Тогда

$$i_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{H}}}{V_{\alpha}} + \frac{L_{\alpha}}{V_{\alpha}}, \quad (27)$$

$$i_{\text{общ}} = \frac{36349,15}{12,81} + \frac{11,55 \cdot 1200}{12,81} = 3919 \text{ кДж/м}^3.$$

Теоретическая температура горения по i- t диаграмме при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,2$ составит 2235°C.

Расчет состава высокомагнезиальных флюсов марки ФОМ выполним в табличном виде.

Таблица 5.3 – Расчет состава высокомагнезиальных флюсов марки ФОМ

Исходных материалов	MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	п.п.п.
Сырой магнезит	84,4	3,3	2,7	1,6	0,9	7,1
Каустический магнезитовый порошок	47,7	1,4	0,9	0,2	0,18	51,0
Руда сидеритовая	–	–	10	30	–	–
Σ	132,1	4,7	13,6	31,8	1,08	58,1
Перерасчет на сухое вещество(100 %)	54,7	2,0	5,6	13,2	0,4	24,1

Приход тепла[4]

Химическое тепло от горения топлива определяется по формуле:

$$Q_{гор} = Q_H \cdot B, \quad (28)$$

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

$$Q_{гор} = 36349 \cdot B \text{ кВт.}$$

Физическое тепло воздуха определяем по формуле:

$$Q_{воз} = L_{\alpha} \cdot t_{воз} \cdot B, \quad (29)$$

где L_{α} – действительное количество воздуха, подаваемое для горения топлива, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$t_{воз}$ – теплосодержание воздуха, $\text{кДж}/\text{м}^3$.

Считаем, что весь воздух, необходимый для горения поступает в печь из холодильника с температурой 600°C .

По расчету горения топлива $L_{\alpha} = 11,55 \text{ м}^3/\text{м}^3$, $i_{возд} = 1200 \text{ кДж}/\text{м}^3$, тогда

$$Q_{воз} = 11,55 \cdot 1200 \cdot B = 13860 \cdot B \text{ кВт.}$$

Физическое тепло холодного природного газа не учитывается.

Расход тепла[4]

Расход тепла на нагрев материалов определяем по формуле:

$$Q_{нагр} = P \cdot c_k t_k - P_c \cdot c_n t_n, \quad (30)$$

где P – производительность печи по сухому (обожженному) материалу, $\text{кг}/\text{с}$;

P_c – расход сухих шихтовых материалов, $\text{кг}/\text{с}$;

$c_k t_k$ – энтальпия (теплосодержание) материала в конце нагрева до конечной температуры обжига, $\text{кДж}/\text{кг}$;

$c_n t_n$ – теплосодержание материала в начале нагрева при начальной температуре t_n , $\text{кДж}/\text{кг}$.

$$P = 10000/3600 = 2,8 \text{ кг}/\text{с};$$

$$\Delta m_{прк} = 20,5 \text{ \%};$$

$$P_c = 100/(100 - \Delta m_{прк}) \cdot P \quad (31)$$

$$P_c = 100/(100 - 20,5) \cdot 2,8 = 3,5 \text{ кг}/\text{с};$$

$$t_k = 1600^{\circ}\text{C};$$

$$c_k = 1,31 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{град};$$

$$t_n = 20^{\circ}\text{C};$$

$$c_n = 0,947.$$

$$Q_{нагр} = 2,8 \cdot 1600 \cdot 1,31 - 3,5 \cdot 20 \cdot 0,947 = 5803 \text{ кВт.}$$

Расход тепла на испарение физической влаги, содержащейся в материале, определяется по формуле:

$$Q_{исп} = (2500 - 4,2 \cdot t_n + i_{ух}/0,804) \cdot W_{вл}, \quad (32)$$

где $W_{вл}$ – количество влаги, испаряемой из материала, $\text{кг}/\text{с}$;

$0,804$ – удельная масса водных паров, $\text{кг}/\text{м}^3$; 2

500 – скрытая теплота парообразования, $\text{кДж}/\text{кг}_{\text{влаги}}$;

t_n – температура влажных материалов, поступающих в печь, $^{\circ}\text{C}$;

$i_{ух}$ – теплосодержание водяных паров при $i_{ух} = 600^{\circ}\text{C}$, $\text{кДж}/\text{м}^3$.

$$W_{вл} = (P \cdot \omega_a) / 100 = P_c \cdot \omega / (100 - \omega), \quad (33)$$

где ω – относительная влажность материалов, %;

ω_a – абсолютная влажность материала, %.

$$W_{ВЛ} = 3,5 \cdot \frac{10}{100 - 10} = 0,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$Q_{\text{исп}} = (2500 - 4,2 \cdot 10 + 304,4/0,804) \cdot 0,39 = 1106 \text{ кВт}$$

Расход тепла на химические реакции определяется по формуле:

$$Q_{\text{хим}} = q_{\text{хим}} \cdot G_x, \quad (34)$$

где $q_{\text{хим}}$ – теплота, расходуемая на физико-химические процессы 1 кг исходного химического вещества в необожженном продукте, кДж/кг; G_x – количество исходного химического вещества в материале, загружаемом в печь.

$$\text{MgO} = 54,7 \%, \text{CaO} = 2,0 \%$$

Теплота диссоциации: MgCO_3 – 1310 кДж/кг, CaCO_3 – 1780 кДж/кг.

$$Q_{\text{хим}} = 0,01 \cdot n \cdot P_c, \quad (35)$$

где n – процентное содержание исходного химического вещества в сухой массе материала;

P_c – количество сухого материала, поступающего в печь, кг/с.

$$Q_{\text{хим}} = 1310 \cdot 54,7 \cdot 0,01 \cdot 3,5 + 1780 \cdot 2,0 \cdot 0,01 \cdot 3,5 = 2933 \text{ кВт}$$

Потери тепла с уходящими продуктами разложения:

$$Q_{\text{дис}} = 0,01 \cdot P_c \cdot (0,4 \cdot \text{CaO} + 0,553 \cdot \text{MgO}) \cdot i_{\text{CO}_2}, \quad (36)$$

где MgO и CaO – содержание оксидов в обожженном продукте, %

i_{CO_2} – теплосодержание CO_2 при $i_{\text{вх}} = 600^\circ\text{C}$, $i_{\text{CO}_2} = 814,4$ кДж/м.

$\text{MgO} = 54,7 \%$, $\text{CaO} = 2,0 \%$.

$$Q_{\text{дис}} = 0,01 \cdot 3,5 \cdot (0,4 \cdot 2,0 + 0,553 \cdot 54,7) \cdot 814,4 = 986 \text{ кВт}$$

Потери тепла уносом, принимаем общий унос сухого материала 25 %, степень теплоты декорбанаии безвозвратного уноса $\beta = 0,3-0,6$; принимаем $\beta = 0,5$.

Общий унос тепла определяется по формуле:

$$G_{\text{ун}} = P_c \frac{a_{\text{ун}}}{100} \left(1 - \frac{\text{П.П.П.}}{100} \cdot b\right), \quad (37)$$

где $a_{\text{ун}}$ – количество уносимой из печи сырьевой пыли, (процент от расхода сухого сырья);

β – степень полноты декорбанаии безвозвратного уноса для вращающихся печей.

$$G_{\text{ун}} = 3,5 \cdot \frac{25}{100} \left(1 - \frac{24,1}{100} \cdot 0,5\right) = 0,86 \text{ кг/с}$$

Определим потери тепла с пылью, уносимой с продуктами горения в атмосферу:

$$Q_{\text{ун}} = G_{\text{ун}} \cdot C_{\text{ун}} \cdot t_{\text{ух}}, \quad (38)$$

где $G_{\text{ун}}$ – теплоемкость уносимой пыли, $C_{\text{ун}} = 1,6$ кДж/кг·град;

$t_{\text{ух}}$ – температура уходящих газов, $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{ун}} = 0,86 \cdot 1,6 \cdot 600 = 826 \text{ кВт}$$

Расход тепла на декарбанаию и дегазацию уноса, выбрасываемого в атмосферу, определяется по формуле:

$$Q_{\text{унд}} = 0,2 \cdot G_{\text{ун}} (17,0 \cdot \text{MgO} + 29,64 \cdot \text{CaO}), \quad (39)$$

где CaO и MgO – содержание оксидов в составе шихты, %;

$G_{\text{ун}}$ – количество сухих и сырьевых материалов в безвозвратном уносе, кг/с.

$$Q_{\text{ун}}^{\text{д}} = 0,86 \cdot (17,0 \cdot 54,7 + 29,64 \cdot 2,0) = 851 \text{ кВт.}$$

Продукты дегазации уноса, уходящие с дымовыми газами определим по формуле:

$$Q_{\text{yx}}^{\text{ун}} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot Q_{\text{дис}} \quad (40)$$

$$Q_{\text{yx}}^{\text{ун}} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 986 = 49 \text{ кВт.}$$

Общие потери тепла с уносом составляют:

$$Q_{\text{ухоб}} = Q_{\text{ун}} + Q_{\text{ухд}} + Q_{\text{ухун}} \quad (41)$$

$$Q_{\text{ухоб}} = 826 + 851 + 49 = 1726 \text{ кВт.}$$

Потери тепла с уходящими продуктами горения, объем продуктов горения:

$$V_{\text{дым}} = B \cdot V_{\alpha}, \quad (42)$$

где $V_{\text{дым}}$ – объем продуктов горения, уходящих из рабочего пространства печи с учетом подсосов окружающего воздуха, м³/с.

$$V_{\text{дым}} = 12,81 \cdot B \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$Q_{\text{дым}} = V_{\text{дым}} \cdot i_{\text{дым}}, \quad (43)$$

где $i_{\text{дым}} = c_{\text{дым}} \cdot t_{\text{дым}}$ – энтальпия продуктов горения при температуре уходящих газов, кДж/м³.

$$Q_{\text{дым}} = 12,81 \cdot 866,3 \cdot B = 11097 \cdot B \text{ кВт}$$

Потери тепла в окружающую среду корпусом вращающихся печей зависят от толщины футеровки, вида огнеупоров, применяемых для футеровки, величины слоя тепловой изоляции и температуры в печи. В зоне высоких температур для футеровки применяем хромомагнетитовые изделия; в зонах более низких температур – шамотные изделия. Поэтому для подсчета общих тепловых потерь печь по длине разбивают на отдельные участки.

Рассмотрим расчет потерь тепла в окружающую среду для зоны низких температур – зоне подогрева. Средняя температура на рассматриваемом участке внутренней поверхности футеровки может быть определена по температурной кривой обжига[4].

Участок печи с $t=800$ °С(участок подогрева). Футеровка из шамотного кирпича, толщиной $s=230$ мм Температура окружающего воздуха $t_{\text{воз}}= 15$ °С. В данном, случае для печи отношение наружного диаметра к внутреннему меньше двух, т. е.

$$\frac{D_i}{D_a} = \frac{3,0}{2,9} = 1,03,$$

поэтому расчет можно вести как для плоской стенки.

Определим тепловое сопротивление слоя, задаваясь средними температурами $t_{\text{cp}}=0,8 \cdot 800=640$ °С.

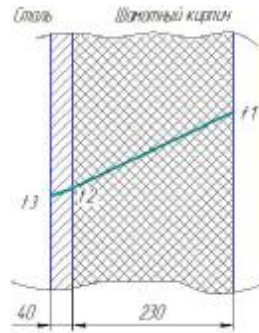


Рисунок 5.1 – Участок подогрева

Коэффициент теплопроводности для шамота, $\rho=1,2 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_1 = 0,52 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, для стали $\lambda_2 = 47 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

$$\frac{s_1}{I_1} = \frac{0,23}{0,52} = 0,192 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} ; \quad (44)$$

$$\frac{s_2}{I_2} = \frac{0,04}{47} = 0,001 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} ; \quad (45)$$

$$\sum \frac{s}{I} = 0,192 + 0,001 = 0,193 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} . \quad (46)$$

Для $t = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\sum \frac{s}{I} = 0,193 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ находим температуру наружной поверхности корпуса $t=159^\circ\text{C}$, потери тепла $q_{\text{окр}}=2,58 \text{ кВт/м}^3$.

Участок печи с $t=1600 \text{ }^\circ\text{C}$ (участок обжига). Футеровка из хромомagneзитового кирпича толщиной 230мм. Температура окружающего воздуха $t_{\text{воз}}= 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Определим тепловые сопротивления слоев, задаваясь средними температурами $t_{\text{ср1}}=0,8\cdot 1600=1280 \text{ }^\circ\text{C}$.

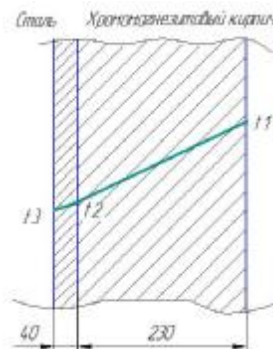


Рисунок 5.2– Участок обжига

Коэффициент теплопроводности для хромомagneзита $\lambda_1 = 2,8 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, для стали $\lambda_2 = 47 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

$$\frac{s_1}{I_1} = \frac{0,23}{2,8} = 0,08 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} ;$$

$$\frac{s_3}{I_3} = \frac{0,04}{47} = 0,001 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} .$$

$$\sum \frac{s}{l} = 0,08 + 0,001 = 0,081 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт} .$$

Для $t = 1600 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\sum \frac{s}{l} = 0,274 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ находим температуру наружной поверхности корпуса $t=222 \text{ }^\circ\text{C}$, потери тепла $q_{\text{окр}}=5,0 \text{ кВт/м}^3$.

Теплоотдающая поверхность корпуса равна:

$$F = \pi \cdot 3,0 \cdot 90 = 847,8 \text{ м}^2,$$

тогда

$$Q_{\text{кор}} = (2,58 + 3,83) / 2 \cdot 847,8 = 2717 \text{ кВт}. \quad (47)$$

Неучтенные потери тепла вследствие неполноты горения топлива, выбивания газов и излучения через отверстия в головке печи находим по формуле:

$$Q_{\text{неуч}} = 0,5 \cdot Q_{\text{н}} \cdot V. \quad (48)$$

$$Q_{\text{неуч}} = 0,5 \cdot 36349 \cdot V = 18175 \cdot V \text{ кВт} .$$

Составим уравнение теплового баланса и определим расход топлива

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{возд}} = 36349 \cdot V + 13860 \cdot V = 50209 \cdot V \text{ кВт} \quad (49)$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{расх}} &= Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{хим}} + Q_{\text{ун}}^{\text{общ}} + Q_{\text{дис}} + Q_{\text{дым}} + Q_{\text{кор}} + Q_{\text{неуч}} = \\ &= 5803 + 1106 + 2933 + 1726 + 986 + 11097 \cdot V + 2717 + \\ &18175 \cdot V = 15271 + 29272 \cdot V \end{aligned} \quad (50)$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$$

$$50209 \cdot V = 15271 + 29272 \cdot V$$

$$V = 0,73 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Составляем материальный баланс.

Таблица 5.4– Материальный баланс

Наименование статей	Количество теплоты	
	кВт	%
Приход тепла		
1 Тепло сгорания топлива $Q_{\text{нагр}}$	26535	72,40
2 Физическое тепло воздуха $Q_{\text{возд}}$	10118	27,60
Всего	36653	100,0
Расход тепла		
1 Нагрев материала $Q_{\text{нагр}}$	5803	15,83
2 Испарение и перегрев влаги $Q_{\text{исп}}$	1106	3,02
3 Теплота химических реакций $Q_{\text{хим}}$	2933	8,00
4 Потери с уходящими продуктами разложения $Q_{\text{дис}}$	986	4,71
5 Потери тепла с уносом $Q_{\text{ун}}^{\text{общ}}$	1726	2,69
6 Потери тепла с уходящими продуктами горения $Q_{\text{дым}}$	11097	22,10
7 Потери тепла в окружающую среду $Q_{\text{окр}}$	2717	7,41
8 Неучтенные потери $Q_{\text{неуч}}$	18175	36,20
9 Невязка	13	0,04
Всего	36653	100,0

Удельный расход топлива определим по формуле:

$$B = B \cdot Q_H / 29300 \cdot P, \quad (51)$$

где 29300 – теплота сгорания топлива, кДж/м³;

P – секундная производительность печи, кг/с.

$$B = 0,73 \cdot 36349 / (29300 \cdot 3,5) = 0,259 \text{ кг.усл. топлива или } 25,9 \text{ \%}.$$

Таким образом, для обеспечения заданной производительности ФОМ требуется природный газ Тюменского месторождения в количестве 3919 кДж/м³ и расходом топлива 0,73 м³/сек.

6 АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

В рассматриваемом производстве основным печным агрегатом является вращающаяся печь. Во вращающейся печи протекает основная стадия производства ФОМ – стадия обжига. Обжиг должен обеспечить однородность и высокое качество готового продукта. Вращающаяся печь имеет автоматизированное управление, что исключает прямое взаимодействие работающих с оборудованием[3].

Для того, чтобы работа обжига сырья была стабильной, необходимо решить ряд вопросов, относительно работы вращающейся печи, такие как:

- равномерность в подачи сырья на обжиг во вращающуюся печь;
- откорректированная стабильность температуры в зонах печи, в зоне обжига;

Также стабильность давления газа для горения.

Процесс горения топлива зависит напрямую от количества, подаваемого в печь воздуха. Во вращающейся печи подача воздуха осуществляется от вентилятора высокого давления и через холодильник за счет разрежения в печи.

Для получения максимальной температуры горения факела, необходимо достаточный расход топлива и воздуха. В таких случаях устанавливают задатчик регулирования расхода газа. Для обработки сигналов, которые передаются на измерительные приборы, устанавливаются исполнительные механизмы. Эти

механизмы управляются регулируемыми дросселями. Расход первичных воздуха и газа измеряется устройствами, передающими сигнал на измерительные приборы.

Необходим контроль на отходящие газы. Контроль осуществляется приборами, которые анализируют газы на содержание кислорода.

Температура в печи определяется по ходу работы [6].

Структурная схема температурной зависимости процесса обжига во вращающейся печи показана на рисунке б.1.

Измерение в зоне подогрева температуры в пределах 500–600°С, осуществляется термопарами.

Для того, чтобы режим обжига соответствовал заданному, производят режим эффективного ведения технологического режима. Для защиты термопары, выходящей в пространство печи, от истирания в футеровке печи выполнены специальные «карманы». На конец термопары, находящейся в «кармане», перемещение материала вдоль печи, изнашивающее термопару, не оказывает воздействия. При вращении барабана печи в «карман» засыпается обжигаемый материал, и термопара нагревается до температуры материала [3].

Подача показаний от термопары к вторичному прибору осуществляется при помощи специальных троллей и токосъемников. Измерение температуры в зоне обжига осуществляется платиновой и специальными термопарами, армированными в фарфоровые и алуидовые защитные чехлы.

Звуковая сигнализация аварийной остановке устанавливается в воздуховоде перед горелкой и дымососе. При аварийном отключении дымососа или погашения пламени, а также отключения электроэнергии подается звуковой и световой сигнал на щит управления вращающейся печи. Далее происходит отсечка газа предохранительными клапанами.

Функциональная схема зависимости расхода топлива- воздух во вращающейся печи, показана на рисунке 9.2.

Показания вторичных приборов тепловых и технологических параметров работы печи вынесены на щитах: управления вращающейся печи; управления котла-утилизатора и преобразовательной подстанции, отделения газоочистки.

На щит вращающейся печи установлены приборы;

1) автоматический самопишущий потенциометр ПСР-1-52 для контроля температуры в пылевой камере;

2) автоматический самопишущий потенциометр ПСР-1-0,1 для контроля температуры отходящих газов в газоходе;

3) автоматический самопишущий прибор с дифференциально-трансформаторной схемой ДСР-1-14 для контроля разряжения в газоходе;

4) автоматический самопишущий прибор с дифференциально-трансформаторной схемой АСД-2564 для контроля расхода газа, подаваемого в печь;

5) автоматический прибор с дифференциально-трансформаторной схемой ОБМ-160 для контроля давления газа, поступающего на горение;

б) вторичный прибор ВФС-М2Г-РР для контроля за загрузкой сырья во

вращающуюся печь с помощью ДН-959-63;

7) датчик дистанционный пультовый сдвоенный 2ДЗН-24-У-4 для увеличения или снижения загрузки сырья во вращающуюся печь;

8) вторичный прибор ВФС-4 для контроля производительности вращающейся печи.

Также устанавливаются приборы печи:

1) пружинный манометр ОБ14-1 -100 для контроля за давлением газов магистрали;

2) сигнализатор падения СПДН-300 для контроля падения давления газа.

Установка компьютерной системой с выводом показателей на экран производится для улучшения контроля производственных процессов работы печи и быстрого реагирования при нарушениях.

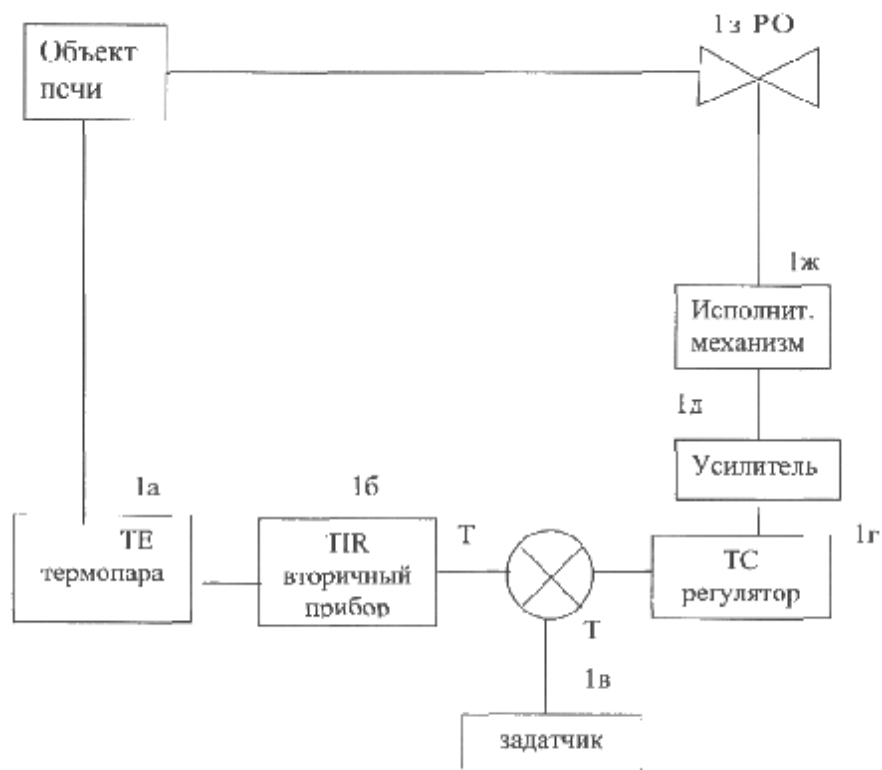


Рисунок 6.1 – Структурная схема температурной зависимости процесса обжига во вращающейся печи: 1а– термопара (хромель- алюминий); 1б– вторичный прибор (КСП - 3); 1в–датчик; 1г – регулятор; 1д– усилитель; 1ж– исполнительный механизм; 1з– регистрирующий орган

Термоэлектрический метод измерения температур основан на строгой зависимости термоэлектродвижущей силы (термо-э.д.с.) термоэлектрического термометра от температуры [9].

Термопара, которая снабжается защитной арматурой, называется термоэлектрическим термометром. Такие термометры широко применяются во вращающихся печах. Диапазон работы термометров составляет до 2500

°С. Используют термоэлектрических термометров при обжиге флюсов во вращающихся печах, так как у них высокая степень точности работы, есть возможность проведения контроля температуры при помощи присоединения друг к другу нескольких термоэлектрических термометру, которые подключаются к одному измерительному прибору, а также есть возможность автоматической записи измеряемой температуры. Запись производится самопишущим прибором (термоэлектрический мост).

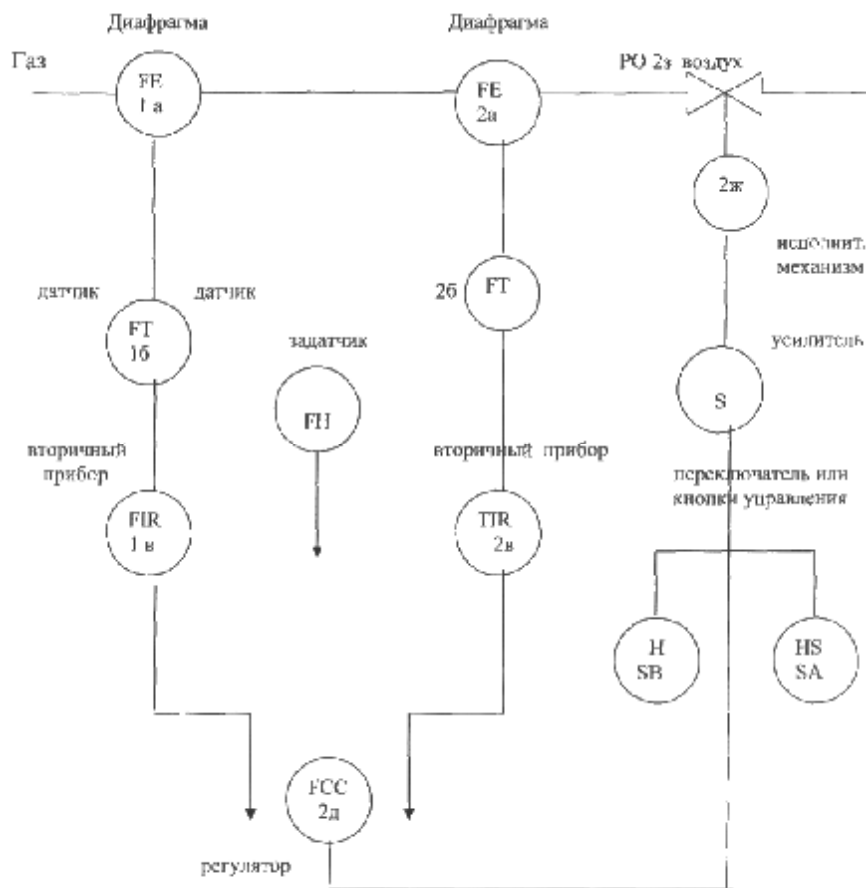


Рисунок 6.2– Функциональная схема зависимости расхода топлива - воздух во вращающейся печи: 1 а, 2а – диафрагма; 1б, 2б – датчик; 1в, 2в – вторичный прибор; 2г – задатчик; 2д – регулятор; 2е – усилитель; 2ж – исполнительный механизм; 2з – регистрирующий орган

При замкнутой электрической цепи, которая состоящая из двух термоэлектродов образует термоэлектрические термометры.

Термоэлектрические термометры широко применяются для измерения температур в области от 300 до 1800°С. Термоэлектрические термометры ТХА обладают лучшей сопротивляемостью окислению, чем другие термометры из благородных металлов, при работе в воздушной среде. Алумелевый электрод при температуре близкой к 1000°С, менее устойчив к окислению, чем хромелевый. Верхние температурные пределы применения хромелевой и

алюмелевой термоэлектродной проволоки устанавливаются в зависимости от ее диаметра при работе в воздушной среде.

В качестве измерительных приборов для измерения термо-э.д.с. термопар применяют милливольтметры, лабораторные переносные и автоматические потенциометры.

Рассмотрим автоматические потенциометры. Данные потенциометры нашли применение в различных отраслях промышленности. Положительные стороны такие как для измерения и записи температуры в комплекте с термоэлектрическими термометрами, а также с телескопами (первичными преобразователями) пирометров полного излучения. То есть потенциометры производят одновременно замеры и записывают сигнализации или регулирования температуры.

Автоматические потенциометры являются техническими приборами высокого класса точности. Эти приборы являются показывающие, показывающие и самопишущие с записью на дисковой и ленточной диаграмм, которые устанавливают на щите управления.

Данные приборы предназначены для измерения температуры и других величин, изменение которых может быть преобразовано в изменение напряжения постоянного тока, и по конструктивному оформлению подразделяются на группы [3]: показывающие; показывающие и самопишущие с ленточной диаграммой; показывающие и самопишущие с дисковой диаграммой (КСП-3, принципиальная схема которого показана на рисунке 6.3 [3]).

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При производстве железных магнезиальных флюсов на работников воздействуют опасные и вредные производственные факторы, к которым можно отнести [15]:

1) Движущиеся машины (конвейеры, погрузчики и т. д.) и механизмы, перечень которых велик (барбаны, приводы и т. д.).

2) Высокий уровень шума и вибрации. Уровень шума должен быть не выше 80 дБА.

3) Освещенность рабочей зоны. Необходимость в достаточной освещенности рабочей зоны для усиления остроты зрения, точности работы, а также предотвращение травматизма работающих на предприятии. Немаловажный факт и естественная освещенность, так как дневной свет лучше воспринимается органами зрения. Поэтому на предприятиях устанавливают аэродинамические окна.

4) Температура воздуха в производственных помещениях. Технологический процесс может вызвать понижение и повышение температуры воздуха в рабочей зоне. Такие как тепловое излучение нагретых поверхностей технологического оборудования (вращающаяся печь) или пониженная температура (нахождение конвейеров на улице), большие скорости воздушного потока (сквозняки). Эти условия оказывают неблагоприятное влияние на работающих. По санитарно-гигиеническим нормам норматив температуры воздуха: в холодный и

переходный период года, при среднесуточной температуре ниже +10°C – 17–19°C; а в теплый, когда среднесуточная температура выше +10 °C –20–21 °C.

5) Запыленность и загазованность. Запыленность образовывается при изготовлении железных магниевых флюсов, так как происходит транспортирование и рассеивание сырьевых материалов и готовой продукции. Пыль относится к опасным и вредным факторам, также и к раздражающим химическим производственным факторам, которая попадает через органы дыхания. Содержание в воздухе вредных веществ не должно превышать предельно-допустимых концентраций (ПДК), которое составляет не более 10 мг/м³. Изготовление флюсов относится к четвертому классу опасности по степени воздействия на организм человека, то есть являются малоопасными.

б) Электрический ток. Поражением человека электрическим током происходит при замыкании электрической цепи. При поражении человека электрическим током возможен смертельный исход. Все токоведущие части оборудования, должны быть защищены от случайного прикосновения. Двигатели оборудования должны быть заземлены. К токоведущим частям допускаются только специально обученные люди.

От воздействия механических факторов, от высоких и низких температур, от шума и вибрации, а также поражения электрическим током устанавливаются ограждения для предотвращения несчастных случаев при работе и обслуживании механизмов.

Ограждают движущиеся и вращающиеся части механизмов, токоведущие части оборудования, для того чтобы исключить прикосновения к ним людей во время обслуживания оборудования. Оградительные устройства должны быть простыми, надежными и удобными. Поверхность ограждения должно быть гладким, без заусенцев и острых выступающих частей. Такая конструкция должна легко сниматься при осмотре и ремонте оборудования, и также легко устанавливаться на место после ремонта.

Заземлители на оборудовании устанавливают в целях защитного заземления.

Заземлители бывают естественными и искусственными. Естественные заземлители выполняются в виде подземных свинцовых оболочек кабелей, металлических конструкций зданий, сооружений, которые надежно соединены с землей, а также различных трубопроводов, проложенных в земле.

На оборудовании устанавливается защитное отключение. Защитное отключение обеспечивает быстрое автоматическое отключения оборудования. Выполняется в виде аварийных кнопок или тросиков.[15].

Основной инструкцией по охране труда для всех работающих в ООО «Группа «Магнезит» является ИОТ 0.01–2019.

В данной инструкции рассмотрены такие вопросы как:

- основы законодательства по охране труда
- правила внутреннего трудового распорядка;
- правила проведения на территории предприятия;
- характеристика ООО «Группа «Магнезит» с точки зрения основных опасных и вредных производственных факторов;

- средства защиты окружающих;
- основные требования охраны труда к рабочему месту, оборудованию и инструменту;
- требования электробезопасности
- требования охраны труда при переноске грузов вручную;
- основные требования производственной санитарии труда, личной гигиены;
- первая помощь пострадавшим от несчастных случаях на производстве
- ответственность работника за нарушение требований инструкций.

Для индивидуальной защиты работающих от воздействия электрического тока, газов и пыли применяется спецодежда, спецобувь, средства защиты рук, органов дыхания (респираторы), глаз и головы (очки и каски).

Данные средства индивидуальной защиты обязаны отвечать физиолого-гигиеническим и эксплуатационным требованиям. Средства индивидуальной защиты должны быть безопасными, удобными и надежными в работе, они должны обеспечить хорошую влаго- и воздухопроницаемость. При очистке загрязнений сохранить свои защитные свойств.

Для того, чтобы в организм исключить проникновения вредных веществ в организм человека необходимо пользоваться средствами защиты органов дыхания. Для этого применяют респираторы различного рода. В загазованных средах помещения применяются противогазы.

На предприятиях применяют предохранительные щитки и очки. Они применяются для защиты органов зрения от механических травм и термических ожогов.

Наушники и заглушки применяются для защиты органов слуха от шума. Заглушки и наушники должны ослаблять шум до установленных нормативов.

Наушники бывают различных видов и типов, в соответствии с условий работы.

При работах, связанных с возможностью повреждения головы применяются каски. Каски выполненные из пластмассы, а также полиэтилена и иногда из дюралюминия.

При необходимости производственного процесса промоются каскетки, косынки или шапочки.

Для защиты рук выдаются рукавицы и перчатки, при необходимости перчатки резиновые или пропитанные резиной.

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Структура предприятия формируется от особенности производственно-технологического процесса. При производстве ожелезненных магнезиальных флюсов используется структура, показанная на рисунке 1.1.

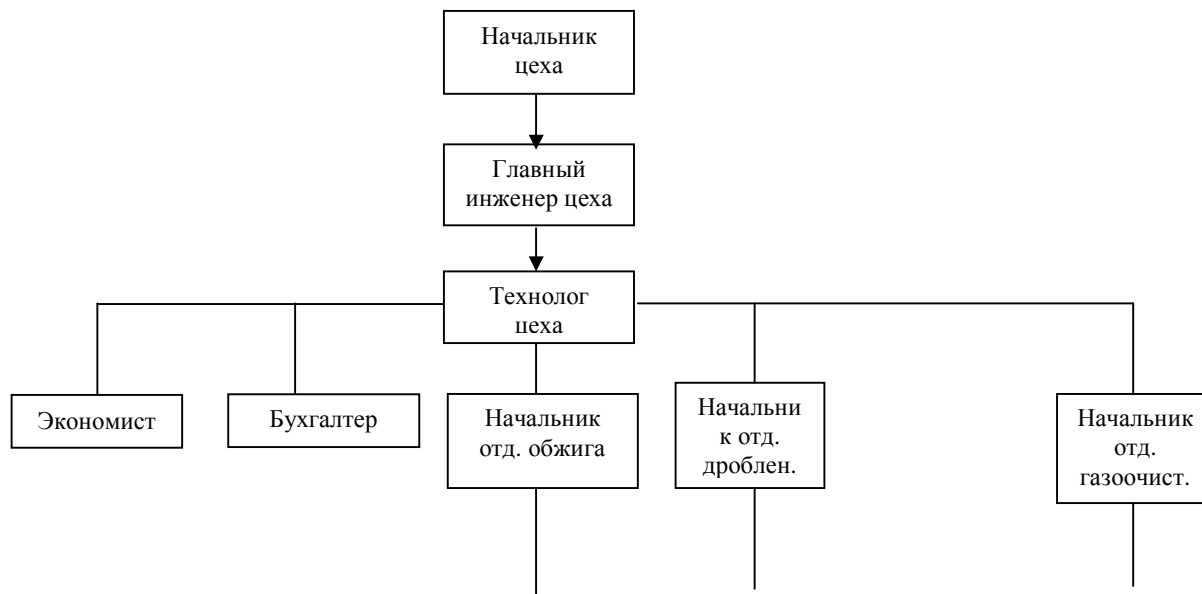




Рисунок 11.1 – Структура предприятия(цеха)

Себестоимость – стоимость тонны продукции в процессе производства, которое включает в себя сумму всех затрат, таких как затрат на материалы, сырья, природных и трудовых ресурсов, также затрат на изготовление и реализацию данного товара.

Структура себестоимости по статьям калькуляции:

- 1) Материалы, прочее (комплектующие, агрегаты, узлы и т. д.);
- 2) Топливо, энергия, подаваемой на производство;
- 3) Амортизация основных производственных фондов (ОПФ, или 2-я группа основных средств: оборудование, станки, техника и т. п.);
- 4) Основная зарплата основного персонала (оклад, тариф);
- 5) Дополнительная заработная плата основного персонала (надбавки, доплаты к тарифным ставкам и должностным окладам в размерах, предусмотренных действующим законодательством; калькулируются как процент от п.4).

Таблица 8.1 – 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
Эффективный фонд рабочего времени ($T_{\text{эфф}}$), дни	305

Коэффициент списочного состава.

$$K_{\text{спис}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{эфф}}} = \frac{365}{305} = 1,2. \quad (52)$$

Явочная и списочная численность рабочих определяется по формулам:

$$N_{\text{яв}} = NO \cdot n \cdot m, \quad (53)$$

где $N_{\text{яв}}$ – явочная численность рабочих, чел;

NO – норма обслуживания, чел/агр;

n – количество оборудования, шт;

m – количество смен в сутки, шт.

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{яв}} \cdot K_{\text{сп}}; \quad (54)$$

где $N_{\text{сп}}$ – список численности рабочих, чел;

$K_{\text{сп}}$ – коэффициент списочного состава.

Таблица 8.2 – Расстановочная ведомость

Наименование профессии	Разряд	Кол-во рабочих	$K_{\text{сп}}$	Списочный состав, чел / %
Обжигальщик 6 разряда	6	1	1,2	1/2
Обжигальщика 5 разряда	5	1		1/2
Машинист конвейера	4	3		3/4
Машинист грохотов	3	1		1/2
Дозировщик	3	1		4/8
Итого				18

Для обслуживания участка по производству ожелезненных магнезиальных флюсов составит 18 человек.

Определим средний разряд по участку:

$$T_{\text{пр}} = 100 / (1/6 + 1/5 + 4/4 + 1/3 + 1/3) = 4.$$

Оплата труда рабочих произведем по системе повременно-премиальной по тарифным ставкам. Расчет произведем по среднему разряду участку. На основную заработную плату насчитаем уральский коэффициент – 15%, а также премию за выполнение плана.

Расчет производим на 4 разряд, при тарифной ставке 75 рублей в час:

- продолжительность смены: 11,75;
- фонд рабочего времени: 365 дня;
- годовой фонд рабочего времени на участок: $365 \cdot 11,75 \cdot 18 = 77197,5$ часов;
- заработная плата по тарифу: $77197,5 \cdot 75 = 578912,5$ руб.;
- с учетом премии 60%:

$$578912,5 \cdot 1,6 = 9263700 \text{ руб.};$$

- заработная плата с учетом уральского коэффициента:

$$9263700 \cdot 1,15 = 13895550 \text{ руб.}$$

Оплата труда руководителей произведем в табличном виде.

Таблица 8.3 – Фонд оплаты труда руководителей

Должность	Кол-во штат, ед.	Оклад месячный, руб.	Основная з/п руб.	Премия		З/п с учетом урал. коэф-та (15%), руб.	Годовая з/п, руб.
				%	руб.		
Начальник участка	1	35 000	35 000	-	-	40 250	483 000
Технолог	1	25 000	25 000	-	-	28 750	345 000
Мастер сменный	4	21 000	84 000	60	50 400	154 560	1 854 720

Итого	2 682 720
-------	-----------

Расчет годовой суммы амортизационных отчислений на выбранное технологическое оборудование и здание, сведем полученные данные в таблице 8.4.

Таблица 8.4– Расчет амортизации

Наименование оборудования	Ко- л- во	Стоимость основных средств, тыс. руб.	Общая стои- мость, тыс. руб.	Норма амортиза- ции, %	Годовая сумма амортизацион- ных отчисле- ний, тыс. руб.
Дозатор	3	97,6	195,2	7,0	13,7
Печь	1	1 800,0	1 800,0	16,0	288,0
Холодильный барaban	1	720,1	720,1	14,0	100,8
Ленточный конвейер	1	680,4	6123,6	20,0	1224,7
Элеватор	1	473,5	473,5	16,7	79,1
Грохот	1	84,6	84,6	10,0	8,5
Итого			11 897		1 757,3

Стоимость каждой составляющей шихты:

- сырой магнезит МП фракции 40 – 5 мм 2 000 руб./т;
- каустический магнезитовый порошок 8 050руб/т;
- сидеритовая руда 2 350руб/т.

Произведем расчет при необходимой потребности с учетом всех потерь.

Таблица 8.5 – Расчет стоимости сырья

Наименование вида материальных ресурсов	Потребность	
	количество	сумма,тыс. руб.
Сырой доломит фракции 40–5 мм	10 275	20550
Каустический магнезитовый порошок	4846	39 010,3
Сидеритовая руда фракции 13 – 0 мм	1085	2 549,8
Итого		62 110,1

Таблица 8.6– Расчет стоимости затрат на электроэнергию

Наименование затрат	Единицы измерения	Норма расхода на единицу	Общий расход	Стоимость ед. расхода, руб.	Сумма, тыс. руб.

Природный газ	м ³	0,184	18400	11,3	207,92
Сжатый воздух	м ³	0,033	3 300	1,7	5,61
Вода	м ³	0,021	2 100	8,4	17,64
Электроэнергия	кВт	-	1 486 000	3,25	4 829,5
Итого					5 060,67

Таблица 8.8 – Сводная таблица расчета себестоимости

Наименование показателей	Показатель
1. Оплата труда рабочих	13895,55 тыс. рублей
2. Оплаты труда руководителей	2682,720 тыс. рублей
3. Затраты на амортизацию	1757,3 тыс. рублей
4. Затраты на сырье	62110,1 тыс. рублей
5. Энергетические затраты	5060,67 тыс. рублей
6. Выпуск продукции	10000 тонн
7. Себестоимость продукции	8550,63 руб. за 1 тонну

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном выпускной квалификационной работе были поставлены и рассмотрены задачи:

1. Произведен сравнительный анализ технологий производства флюса ожелезненного магнезиального (ФОМ) в России и за рубежом.

На российской территории наиболее качественное магнезиальное сырье добывают на месторождениях Саткинской группы. Спеченные периклазовые порошки производятся в ООО «Группа «Магнезит», где после обогащения производят сырье с высоким содержанием MgO (более 90 %) и низким содержанием CaO (не более 2,0 %) и SiO₂ (не более 1,0 %). В настоящее время ООО «Группа «Магнезит» ведет научно-техническую работу по совершенствованию производства изготовления магнезиального сырья улучшенного качества.

2. Изучена характеристика ФОМ.

3. Показана технология производства ФОМ;

4. Составлен материальный баланс производства. Для производительности ФОМ 10000 тонн в год потребуется: сырой доломит фракции 40–5 мм – 10 275 т; каустический магнезитовый порошок – 4846 т; сидеритовая руда фракции 13 – 0 мм – 1085 т.

5. Рассмотрен контроль качества производства;

6. Рассмотрено и рассчитано механическое оборудование для производства ожелезненного магнезиального флюса на участке обжига необходимо основное оборудование: вращающаяся печь – 1 шт; грохот ГИЛ–32 – 1 шт; и вспомогательного: ленточный транспортер – 1 шт; ленточный дозаторнепрерывного действия типа ЛДА-100 – 3 шт; элеватор типа ЭЛГ-250 – 1 шт.

7. Предложено изменения к существующей технологии наиболее рационального оборудования: замена холодилька на ригельный холодильник FLSmidthCross-BarTMCooler.

8. Произведены теплотехнические расчеты производства. В производстве ФОМ используется природного газа с теплосодержанием продуктов сгорания 3919 кДж/м³ и расходом топлива 0,73 м³/сек. Приняли вращающуюся печь длиной 95 м, диаметром 3,0 м и производительностью 11 т/ч.

9. Описана автоматизация производственных процессов.

10. Изучена безопасность жизнедеятельности при производстве ФОМ.

11. Произведен ориентировочный расчет себестоимости совершенствования производства, который составил 8550,63 рублей за тонну.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кашеев, И.Д. Производство огнеупоров / И.Д. Кашеев. – М.: Metallurgy, 2004. – 352с.

2. Кашеев, И.Д. Свойства и применение огнеупоров/ И.Д. Кашеев. – М.: Теплотехник, 2004. – 352с.

3. Ксендзовский, В.Р. Автоматизация печей огнеупорной промышленности / В.Р. Ксендзовский. – М.: Metallurgy, 1967. – 364с.

4. Левченко, П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности/ П.В. Левченко. – М.: Высшая школа, 1968. – 367с.

5. Силенок, С.Г. Механическое оборудование предприятий строительной индустрии / С.Г. Силенок. М.: Стройиздат, 1973. – 374с.

6. Полоцкий, А.М. Автоматизация химических производств / А.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М.: Химия, 2002. – 158с.

7. Стрелов, К.К. Технология огнеупоров / К.К. Стрелов, П.С., Мамыкин. – М.: Metallurgy, 1978. – 267с

8. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия. Учебник длчвузов.-5-е изд./ В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. – М.: Metallurgy, 200–768с.

9. Загнойко, В.В. Автоматизированная система контроля и управления вращающейся печи / В.В. Загнойко, П.Г. Челпанов, В.М. Гребенников. //

Огнеупоры. –1994. –№8.–35с.

10. Кашеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров / И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин. – М.: Интермент Инжиниринг, 2007. – 752с.

11. Солодкий Н.Ф. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. Справочное пособие / Н.Ф. Солодкий, А.С. Шамриков, В.М. Погребенков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.

12. Хорошавин, Л.Б. Магнезиальные огнеупоры. Справочник / Л.Б. Хорошавин, В.А.Перепелицын, В.А. Кононов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 547с.

13. Севостьянов, В.С. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий/ В.С. Севостьянов, В.С. Богданов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 432с.

14. Служба огнеупоров: Справочное издание. /Л.М.Акселерод и др. – М.: Интермент Инжиниринг, 2002. – 656с.

15. Охрана труда. Под ред. Ушакова К.З. – М.: Недра, 2006.–201с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. РИГЕЛЬНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК

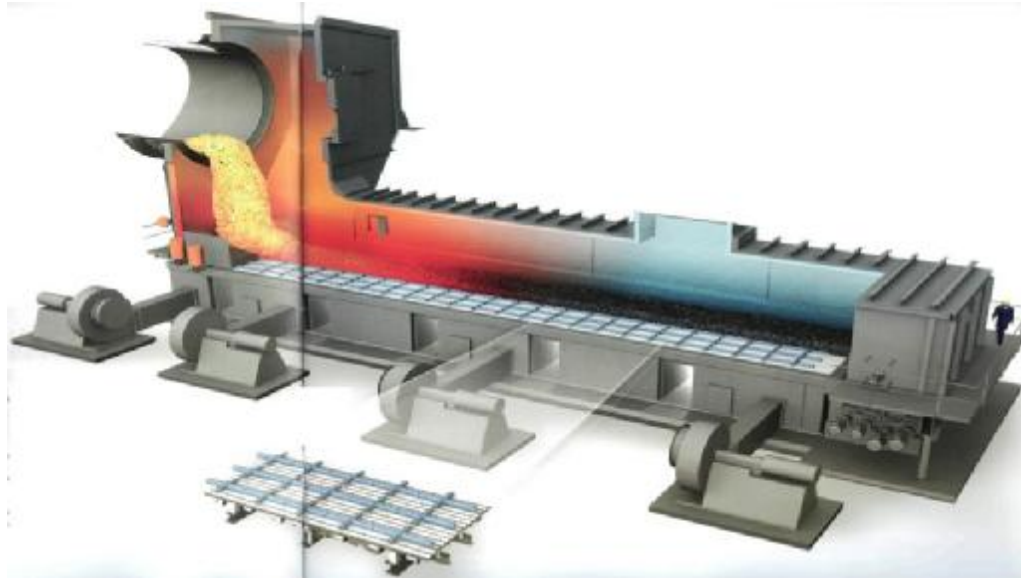


Рисунок А.1 – Ригельный холодильник FLSmidthCross-Bar™ Cooler

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

18.03.01.20.20.211-571

Таблица Б.1 – Характеристика сырого магнезита марки МП

Наименование показателей	Норма
Массовые доли оксидов, %	46
MgO, не менее	4,0
CaO, не более	2,0
SiO ₂ , не более	
Присадки доломита, не более	факультативно

Таблица Б.2 – Характеристика сидеритовой руды

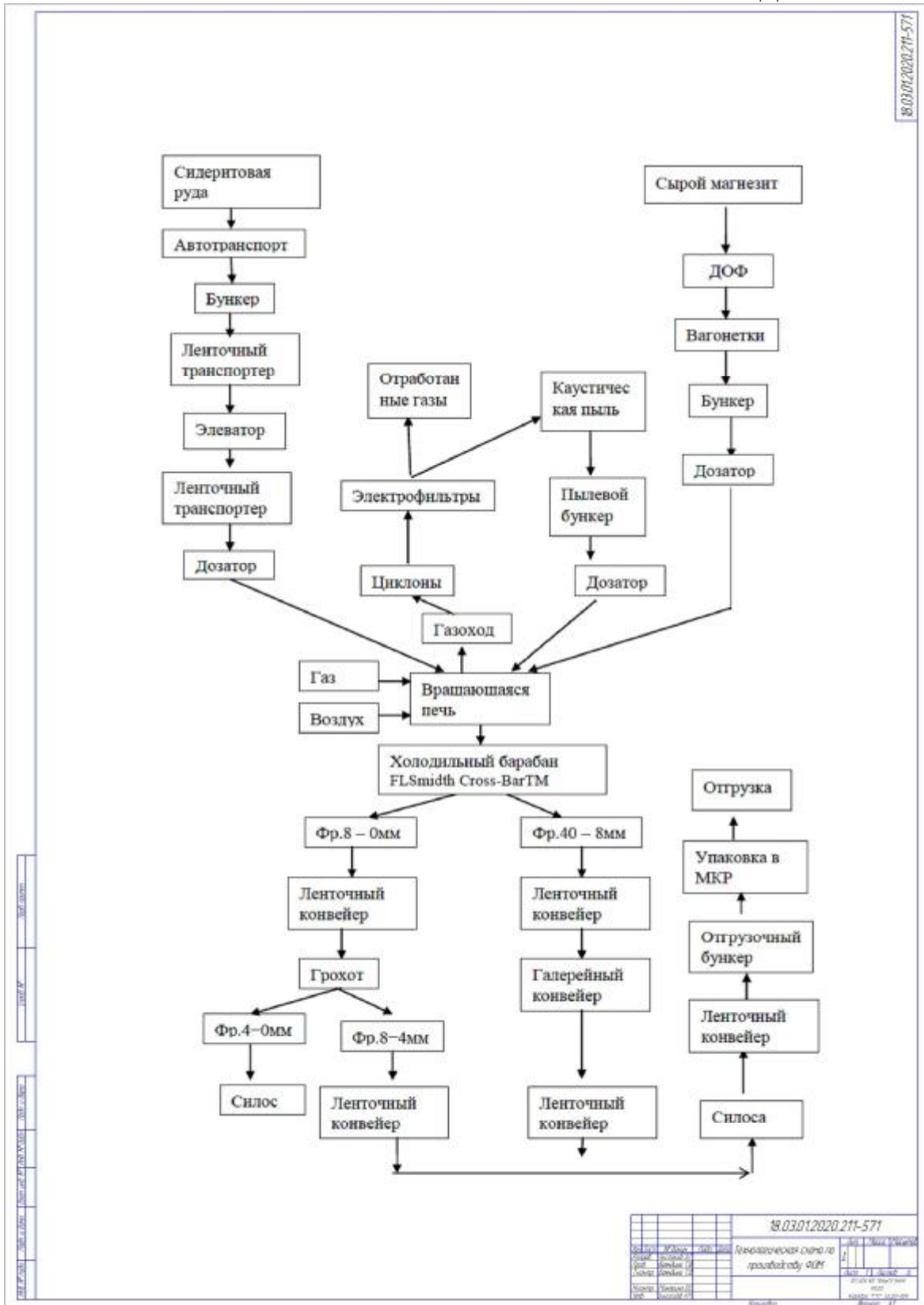
Наименование показателей	Норма
Массовые доли оксидов, %	30
Fe ₂ O ₃ , не более	10
SiO ₂ , не более	
Влажность, %, не более	4,0
Зерновой состав, % остаток на сите №13, не более	15

Таблица ВБ.3 – Характеристика каустического магнезита

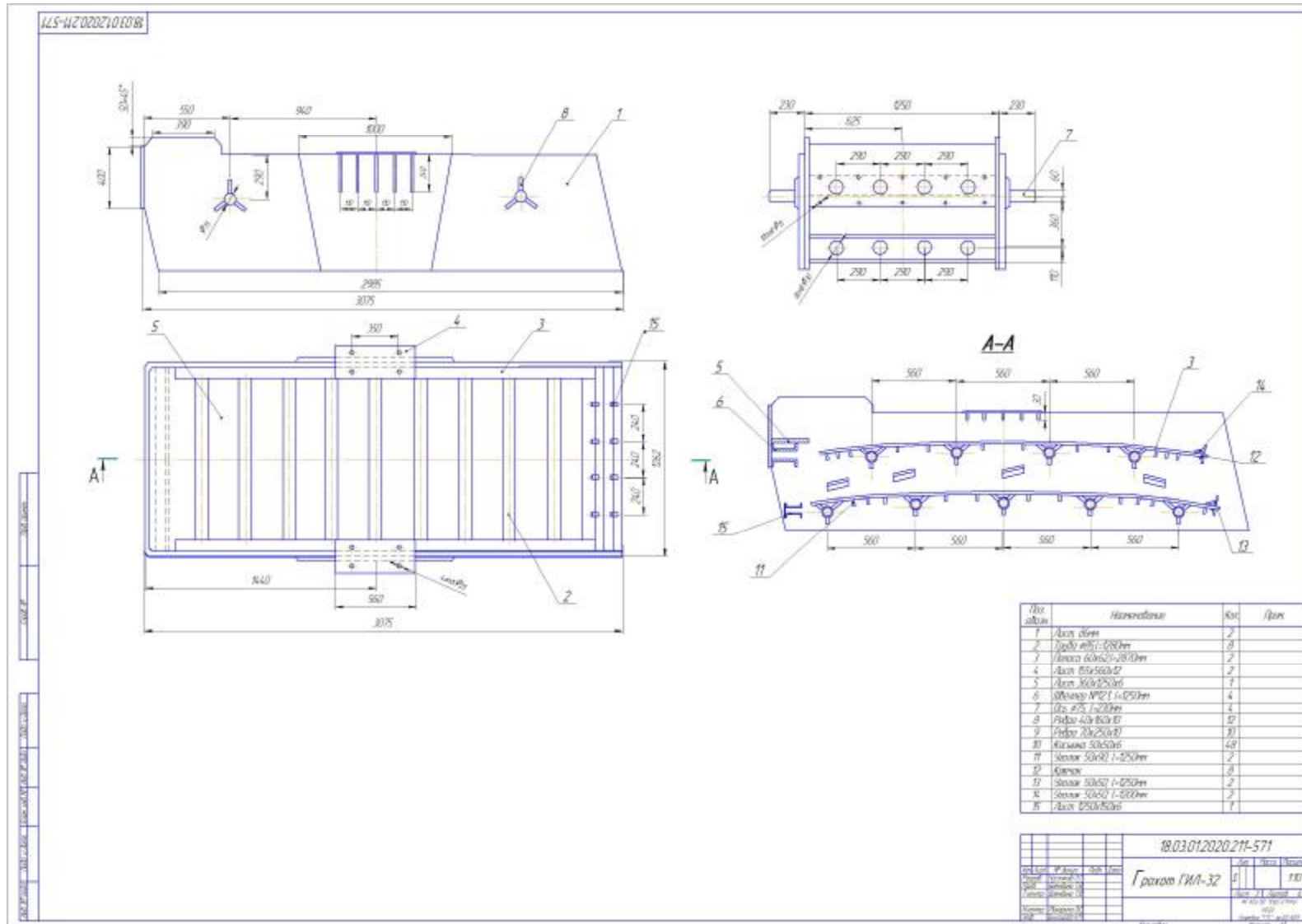
Наименование показателей	Норма	
	ПМКМк-80	ПМКМк-75
Массовые доли оксидов, %		
MgO, не менее	80	75
CaO, не более	2,5	3,5
SiO ₂ , не более	2,0	2,5
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ , не более	2,5	3,5
Сульфаты в перерасчете (SiO ₄), не более	-	-
C, не более	0,2	0,3
Зерновой состав, массовая доля, % проход через сетку № 2 остаток на сетке № 02, не более проход через сетку № 009, не менее	- не допускается 85	
Изменение массы при прокаливании, %, не менее	8	8
Изменение массы при прокаливании, после гидратации, %, не менее	25	22
Массовая доля влажности, %, не более	-	-

18.03.01.20.20.211-571	
Характеристика исходного сырья	
Дата:	
Место:	
Исполнитель:	
Проверенный:	
Согласованный:	
Утвержденный:	

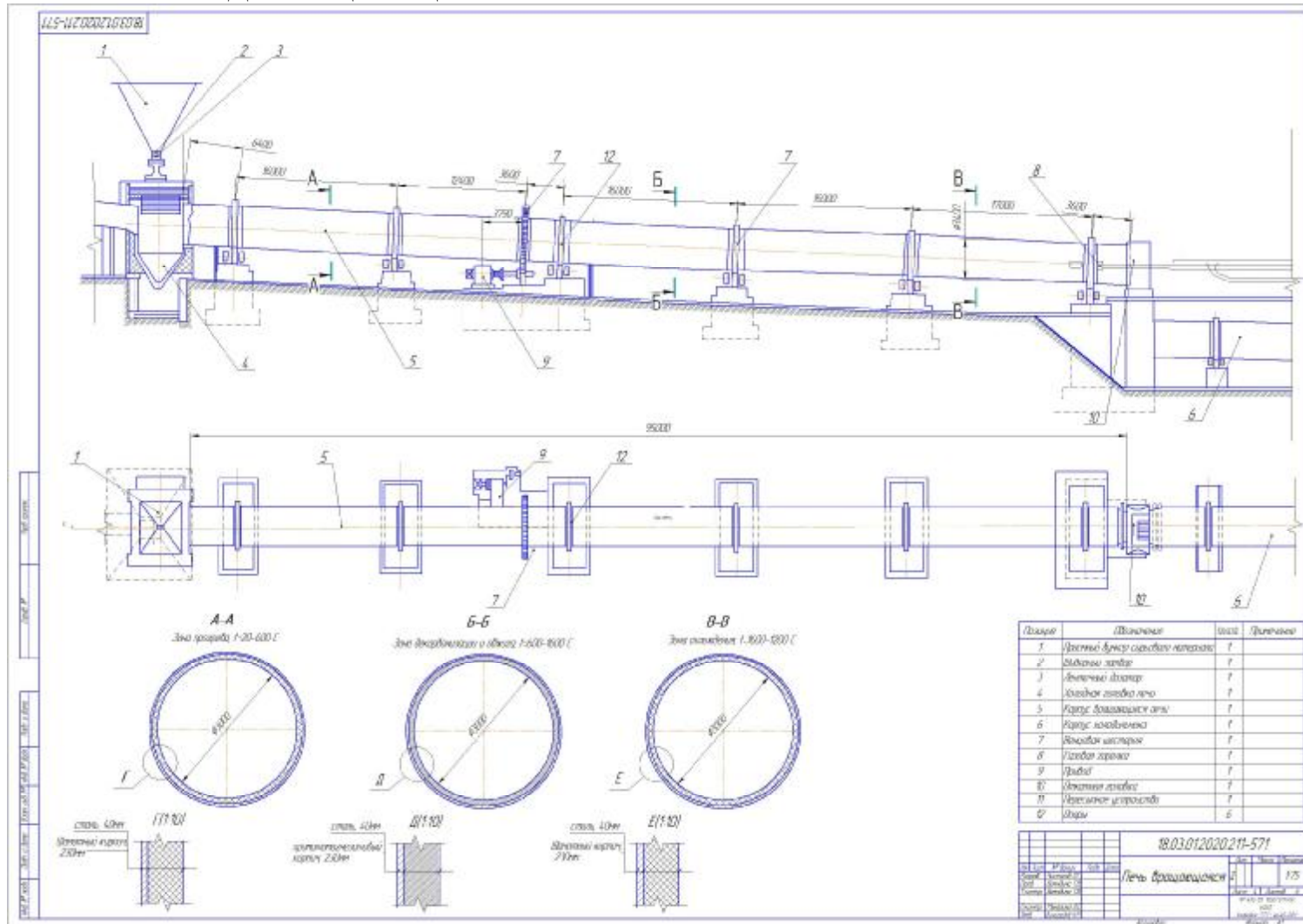
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА



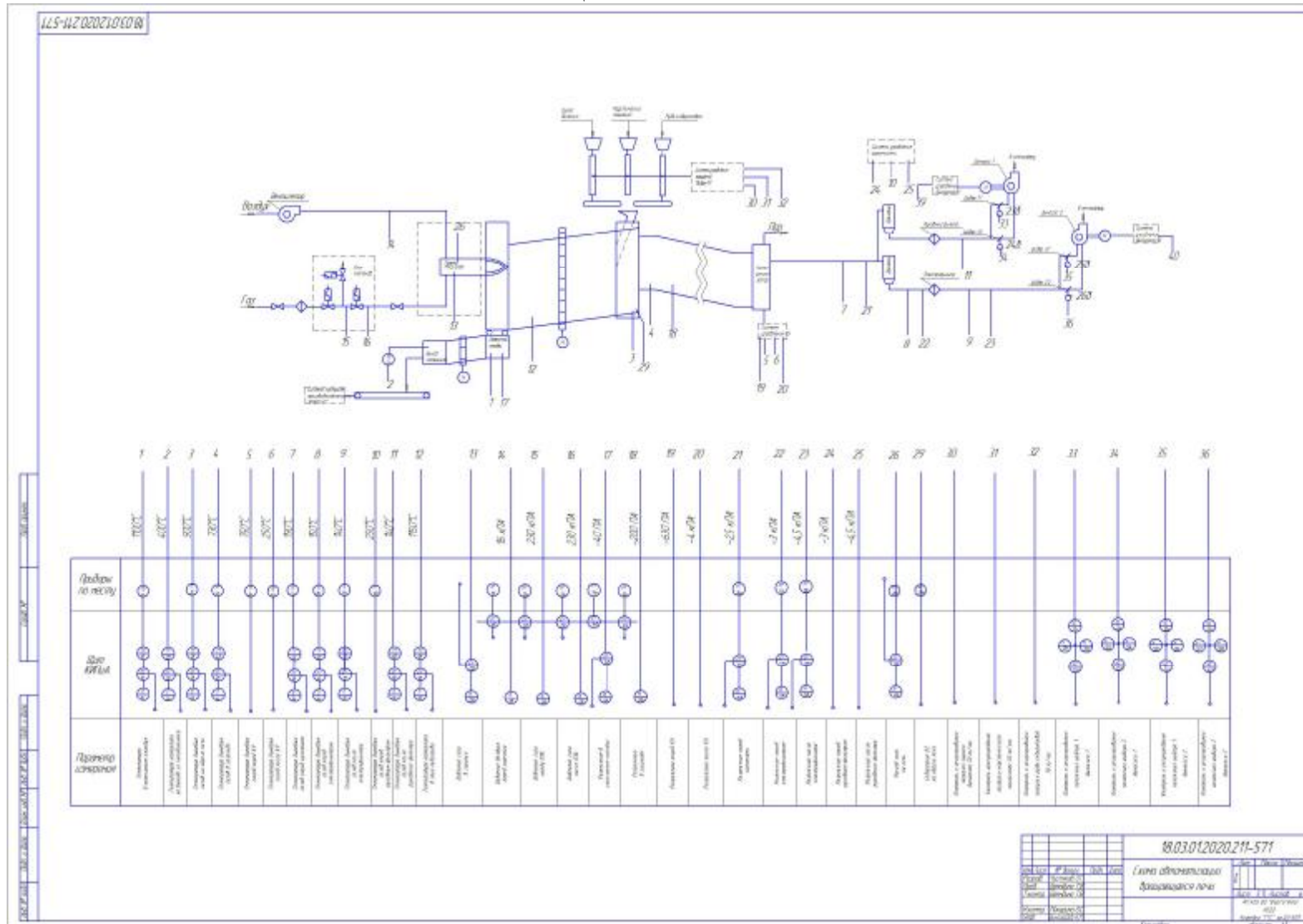
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ГРОХОТ ГИЛ-32



ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ВРАЦАЮЩИЕСЯ ПЕЧЬ



ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

<i>п/п</i>	<i>Показатели</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Величина показателя</i>
1	Годовой объем выпуска продукции	тонн	10 000
2	Оплата труда рабочим	тысяч рублей	12 895,55
3	Оплата труда руководителям	тысяч рублей	12 682,72
4	Затраты на амортизацию	тысяч рублей	1 757,3
5	Затраты на сырье	тысяч рублей	62 110,1
6	Энергетические затраты	тысяч рублей	5 060,67
7	Себестоимость продукции	рублей за тонну	8 550,63

		18.03.01.2020.211-571	
№ п/п	№ докум.	Дата	Технико-экономические показатели
1			ПОКАЗАТЕЛИ
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			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			