

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.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМИТОПЕРИКЛАЗОВЫХ
ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ХПТ НА СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПЕРИКЛАЗОВЫХ ПОРОШКОВ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2018. 844. ПЗ. ВКР

Руководитель, к.т.н., доцент
_____ Т.В. Баяндина
«__» _____ 2018 г.

Автор работы
Студент группы ДО – 515
_____ Б.А. Дьяконов
«__» _____ 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 студента

Дьяконова Бориса Алексеевича
Группа ДО-515

1 Тема работы

**Модернизация производства хромитопериклазовых изделий марки
ХПТ на стадии производства периклазовых порошков**

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 80000 тонн по готовой продукции
2	Задание для выполнения выпускной квалификационной работы
3	Нормативно-техническая литература
4	Материалы курсовых проектов
5	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 характеристика технологии производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ в России и за рубежом
7	Характеристика исходного сырья
8	Технология производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ
9	Контроль производства
10	Подбор и расчет механического оборудования
11	Теплотехнический раздел
12	Автоматизация производства
13	Безопасность жизнедеятельности
14	Экономический раздел
15	Заключение
16	Библиографический список
17	Приложения графического материала в виде презентации в программе Power Point

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 чертежей, плакатов в виде презентаций в программе Power Point)

1	Титульный лист: название работы
2	Актуальность работы
3	Цель и задачи работы
4	Характеристика исходного сырья
5	Технологическая схема производства
6	Схема конвейера типа ТСЦ (П)
7	Чертеж туннельной печи
8	Схема автоматизации печи
9	Основные технико-экономические показатели

7 Календарный план выполнения ВКР

№ п/п	Наименование этапов выполнения выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы
1.	Сравнительный анализ технологии производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ в России и за рубежом	28.04.2018– 06.05.2018
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

9 Дата выдачи задания 04.04.2018 г.

Руководитель ВКР

Т.В. Баяндина

Задание принял к исполнению

Б.А. Дьяконов

АННОТАЦИЯ

Дьяконов Б.А. Модернизация производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ на стадии производства периклазовых порошков – Челябинск: ЮУрГУ, ДО–515, 2018, 108 с., 11 ил. библиогр. список – 19 наим.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено изготовление хромитопериклазовых изделий марки ХПТ. 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 произведена модернизация линии производства на стадии подготовки периклазовых порошков.

					<i>18.03.01.2018.844.00.00</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Модернизация производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ на стадии производства периклазовых порошков</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Дьяконов Б.А.</i>				<i>ВКР</i>	<i>5</i>	<i>108</i>
<i>Проверил</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра ТТМ</i>		
<i>Н.контр.</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМИТОПЕРИКЛАЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ХПТ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	9
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ.....	17
3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМИТОПЕРИКЛАЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ХПТ.....	21
4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА.....	28
5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	31
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА.....	44
6.1 Туннельная печь.....	44
6.2 Расчет горения природного газа.....	46
6.3 Тепловой баланс туннельной печи.....	49
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	64
7.1 Назначение систем автоматизированного управления туннельной печи.....	64
7.2 Технические данные.....	65
7.3 Состав технических средств.....	65
7.4 Устройство системы.....	66
7.5 Регулирование температуры.....	67
7.6 Управление механизмами.....	67
7.7 Контроль и сигнализация.....	68
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	70
8.1 Негативные факторы и меры защиты от их воздействия.....	70
8.2 Охрана окружающей среды.....	76
8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.....	81
9 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	88
9.1 Организационный план.....	88

9.2 Затраты при расчете себестоимости.....	89
9.3 Рентабельность и срок окупаемости.....	99
9.4 Организационный план.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	102
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	104
Приложение А.....	104
Приложение Б.....	105
Приложение В.....	106
Приложение Г.....	107
Приложение Д.....	108

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время важной проблемой в производстве огнеупоров является повышение качества выпускаемой продукции. Качество огнеупорной продукции зависит не только от качества сырьевых материалов, но и от технологии их переработки. Одним из направлений повышения качества продукции является модернизация производства.

Цель работы: модернизация производства хромитопериклазовых изделий марки ХПТ на стадии производства периклазовых порошков.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ передовых технологий в производстве изделий марки ХПТ в России и за рубежом.
2. Изучить характеристику сырья, применяемого в производстве хромитопериклазовых изделий марки ХПТ.
3. Изучить технологию производства данной марки.
4. Дать контроль производства.
5. Провести подбор и расчет основного и вспомогательного механического оборудования с учетом заданной годовой производительности 80000 т/год.
6. Провести расчеты материального и теплового балансов производства.
7. Изучить автоматизацию производства.
8. Изучить вопрос о безопасности жизнедеятельности при производстве.
9. Рассчитать технико-экономические показатели производства с учетом предложенного изменения в технологию.

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМИТОПЕРИКЛАЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ХПТ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Для производства ХПТ изделий применяются спеченные периклазовые порошки фр. 3 – 0; 3 – 0,5; 0,5 – 0 мм.

Магнезит (горная порода) состоит из кристаллического минерала – магнезит $MgCO_3$, который содержит 47,6 % MgO и 52,4 % CO_2 . Цвет магнезита белый с сероватым или желтоватым оттенком, иногда снежно – белый, блеск стеклянный; твердость по шкале Мооса 4,5 – 5, плотность 2,9–3,1 г/см³ [3].

В природе существует непрерывная серия различных соединений переменного состава – от $MgCO_3$ до $FeCO_3$. Крайние магнезиальные соединения этого изоморфного ряда – магнезит (с примесью оксидов железа до 0,5 %) и брейнерит (с примесью оксидов железа не более 14,5 %) нашли широкое применение в промышленности. В виде хорошо образованных кристаллов они встречаются редко, чаще образуют зернистые агрегаты. В магнезиальной горной породе в виде минеральных примесей присутствуют доломит, кварц, тальк кальцит, пирит и другие минералы. Чистые магнезиты часто замещаются в природе продуктами их изменения; брейнерит при выветривании нередко переходит в гидроксиды железа.

Природные магнезиты существуют в двух физических формах: кристаллический (зернистый) и крупнокристаллический (аморфный) магнезит. Первый вид породы залегает совместно с доломитовыми или известковыми породами. Иногда встречаются разновидности, содержащие примеси оксидов железа в виде минерала брейнерита. Наиболее характерны месторождения имеются в Австралии, Словакии, Испании, России, Китае, Канаде, Бразилии, Северной Корее и США [11].

Месторождения аморфного магнезита встречаются как продукты разложения ультраосновных пород. Главные источники такого сырья в Греции.

Турции, Югославии, Индии и обнаруженные недавно месторождения в Саудовской Аравии и Гватемале.

Крупные месторождения магнезита связаны с определенными формациями и могут быть объединены в три генетических типа, представленные в таблице 1.

Месторождения кварцмагнезитовых и талькомагнезиальных пород гидротермально-метасоматического типа формируется в дунитсодержащих складчатых образованиях. Обычно талькомагнезиальные породы образуются в зонах тектонических нарушений дунитовых массивов. Когда тектонические нарушенные дунитовые породы подвергаются химическому выветриванию, в них образуется магнезитовые месторождения инфильтрационного типа.

Месторождения магнезитов осадочного типа образовались в результате осадконакопления в межгорных впадинах складчатых областей поверхности Земли.

Таблица 1 – Генетические типы магнезиальных месторождений

Типы месторождения	Краткая характеристика	Наименование месторождения
1. Гидротермально-метасоматический	А.Залежи кристаллического магнезита в доломитовых породах Б.Залежи талькомагнезитовых пород в гипербазитах	Саткинское, Киргитейское, Тальское, Верхотуровское (Россия), Маньчжурское (Китай), Вейтш (Австралия). Савинское, Онотское, Шабровское, Сысертское (Россия)
2. Осадочный	Залежи тонкозернистого магнезита в континентальноозерных отложениях	Белая-Стена, Кремна, Бранешко-Поле (все Австралия)
3. Инфильтрационный	Жильные залежи аморфного магнезита, связанные с корой выветривания серпентинитов	Халиловское (Россия), Эвбеское (Греция)

Наибольший интерес представляют магнезиальные месторождения гидротермального-метасоматического типа. Они располагаются в складчатых образованиях, нарушенных дизъюнктивной тектоникой. Снизу залегают

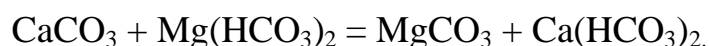
доломиты, а сверху известняки. В магнезитах имеются прослойки мергелистых доломитов и мергелистые сланцы. Магнезит образует пласто- и глинообразованные тела, а также гнезда, жилы. Размеры этих тел иногда значительные: до 800 м по простиранию, до 600 м по падению, мощность до 80 м. За рубежом к ним относятся месторождения, расположенные в Австрии и Словакии [12].

Основные месторождения природного магнезита приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные зарубежные месторождения магнезита

Страна	Компания	Местоположение	Мощность, тыс.т
Европа и Средний Восток			
Испания	Magnesitas Navarras SA	Zubiri, Navarra	65 – 70
Греция	Grecian Magnesite SA	Yerakini, Chalkidiki	200
Австрия	Veitscher Radex AG	Breitenau	230
Словакия	SMZ AS Jelsava	Jeisava	250
Турция	Kumas (Kutahya Magnezite WorkCorp)	Nr.Eskisehir, Kutahya	144
Индия	Dalmia Magnesite Corp	Salem, Tamil Nadu	60 – 65
Китай, Австралия			
Китай	Liaoning Magnesite and Refractories Corp	Dashiqiao Haicheng Citi, Liaoning	800
Северная Корея	Korean Magnesite Works	Tanchon, East coast	500
Австралия	Queensland Magnesia Project	Rockhampton Qld	90
Бразилия	Magnesita SA	Pedra Preta nr.Brumado, Bahia ststse	350

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



В России основным предприятием по добыче и переработке кристаллических магнезитов является комбинат «Магнезит», разрабатывающий Саткинское месторождения. Главные примеси в кристаллическом магнезите – доломит, кальцит, диабаз и кварц. Особенно Вредны примеси минералов, содержащие оксиды кальция и кремния. Примеси железа также вредны, так как образуют сравнительно легкоплавкий магнезитоферрит, который в небольших количествах улучшает спекание материала.

В СНГ запасы разведанного магнезильного сырья оцениваются около 800 млн. т магнезита, из которых более 91 % находится в России. Проведенная разведка наиболее крупных 12 месторождений, запасы магнезита которых представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные месторождения магнезита в России

Месторождение	Область	Разведанные запасы, млн.т	Содержание MgO, %
1. Савинское	Иркутская	1945,4	46,2
2. Онотское	Иркутская	209,6	41,1
3. Тальское	Красноярский край	93,9	46,4
4. Верхотуровское	Красноярский край	121,7	46,6
5. Кардаканское	Красноярский край	41,1	46,1
6. Саткинское	Челябинская область	219,7	45,2 – 46,2

Сравнительные характеристики периклазовых порошков различных стран приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительные характеристики периклазовых порошков различных месторождений и фирм-производителей

Страна производитель	Месторождение	Химический состав, мас. %				Плотность, г/см ³
		MgO	CaO	SiO ₂	CaO/SiO ₂	
Россия	Саткинское	95,5	1,65	0,8	2,1	3,38
	Кактолгинское	95,0	2,2	0,7	3,0	3,35
	Ларгинское	95,0	2,3	0,7	3,3	3,35
	Тальское	96,0	2,5	1,3	1,9	3,35
	Кульдурское	96,0	2,0	1,0	2,0	3,40
Греция	Femicko	95,5	1,6	2,6	0,6	3,35
	Magflot	95,7	2,3	0,55	4,1	3,40
	Magnesita	94,5	0,8	1,3	0,6	3,35
Китай	Future	98,0	0,8	0,6	1,3	3,40
Турция	Citosan Kuves	96,6	1,5	1,3	1,1	3,40

На комбинате «Магнезит» осуществляется частичное обогащение сырья путем разделения магнезита от доломита и глины по плотности с использованием тяжелых суспензий. Однако низкая эффективность гравитационного обогащения не обеспечивает полного удаления примесных минералов из сырья в связи с частым неравномерным тонковкрапленным распределением доломита, кальцита и других примесей в магнезитах. Качество магнезитового сырья, подаваемого на обжиг, определяется содержанием примесей оксидов кальция и кремния [17].

Для повышения содержания MgO в периклазовом порошке Комбинат «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).

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_2O_2 , ZrO_2). 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.

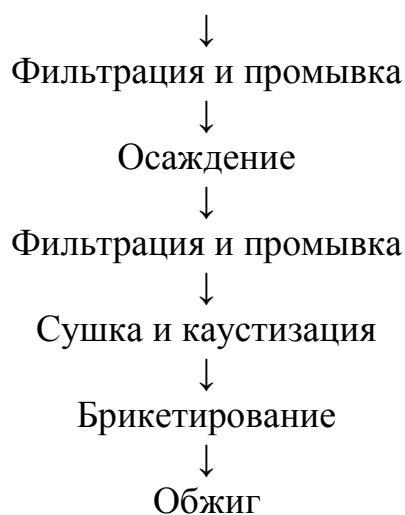
При использовании периклаза с меньшими зернами (0,1–0,3 мм) потери массы при термообработке (1660 °С) в атмосфере CO растут с увеличением в нем примесей ($\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$). В случае применения периклаза с крупными зернами (1 – 2 мм) потери массы огнеупоров зависят не от количества примесей, а от размеров кристаллов периклаза, а именно – с увеличением размеров кристаллов потери массы уменьшаются. Поэтому для стабилизации структуры, устойчивой при высоких температурах, рекомендуется в качестве периклазового порошка использовать крупнозернистый периклаз с кристаллами больших размеров, поскольку чем больше диаметр кристаллов, тем меньше вероятность контакта зерен со шлаком и тем выше стойкость изделий.

По суммарным разведанным запасам кристаллических магнезитов Россия занимает второе место в мире [17].

Фирма «Зульцер Браверс» (Швейцария) разработала способ обогащения магнезита, позволяющий получать порошки высокого качества по следующей схеме:



Рисунок 1– Способ обогащения магнезита фирмой «Зульцер Браверс»



Окончание рисунка 1

Способ основан на выщелачивании каустического периклаза хлоридом кальция и углекислым газом. В результате образуется раствор хлорида магния высокой чистоты, который затем отделяют от выпадающего в осадок карбоната кальция и остатков породы. Раствор после выщелачивания перекачивают в реактор, где хлорид магния подвергают воздействию аммиака и углекислого газа. Образующийся гидрокарбонат магния $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ разлагается при низкой температуре, что обеспечивает получение чистого оксида магния с повышенной химической активностью.

После брикетирования при 400 °С и обжига в шахтной печи при 2000 °С получают спеченный порошок с содержанием $MgO > 99 \%$ и плотностью 3,35 – 3,40 г/см³. Процесс «Зульмаг» имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами: применяются менее агрессивные реагенты (аммиак вместо HCl), что увеличивает срок службы установок; процесс мало чувствителен к колебаниям состава исходных материалов; сокращается расход топлива и улучшается экология.

В Сербии, Израиле, Словакии и бывшей ГДР применяют процесс Рутнера, основанный на растворении в соляной кислоте низкокачественных магнезитов, хвостов флотации, применении растворов бишофита или других солей с высоким содержанием магния. В полученном растворе находятся примеси (нерастворенные остатки) и хлориды металлов (Fe, Al, Cr, Na, Ca и др.). Раствор нейтрализуют

активной пылью до $\text{pH} = 4 - 6$, и все трехвалентные металлы осаждаются. Образовавшийся осадок с коллоидно растворенными примесями (SiO_2 , и др.) отфильтровывают и утилизируют.

Фильтрат с MgCl_2 , и CaCl_2 направляют в пиролиз и получают MgO , который после многократной промывки подвергают каустизации и дальнейшей переработке. Процесс требует кислотозащитного оборудования, на 1 т MgO образуется до 10 т некондиционной соляной кислоты. Осуществление процесса также требует большого количества энергии, эквивалентного 1,2 т мазута на 1 т продукта [17].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

Готовые хромитопериклазовые термостойкие изделия марки ХПТ должны соответствовать ТУ 1574–021–72664728–2008, обладать огнеупорностью не ниже 2000 °С, предназначаться для кладки различных высокотемпературных тепловых агрегатов цветной металлургии, иметь пониженную склонность к пропитке продуктами расплава, повышенную коррозионную устойчивость. Изделия ХПТ изделия используют в условиях перепада температур, поэтому они должны обладать повышенной термостойкостью. В зависимости от физико-химических показателей изделия разделяются на ХПТУ и ХПТС [12].

ХПТУ – изделия периклазохромитовые термостойкие уплотненные, ХПТС – изделия периклазохромитовые термостойкие среднеплотные. Физико-химические показатели изделий марки ХПТ показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-химические показатели изделий марки ХПТ

Показатель	Значение	
	ХПТУ	ХПТС
1. Массовая доля оксидов, %		
Cr ₂ O ₃ , в пределах	15 – 22	14 – 22
MgO, не менее	55	55
2. Предел прочности при сжатии, Н/мм ² , не менее	25	20
3. Пористость открытая, %	20	23
4. Температура начала размягчения, °С, не менее,	1510	
5. Термическая стойкость, число теплосмен, не менее	6	

Изделия марок ХПТ выпускаются различных форм и размеров.

Хромитопериклазовые термостойкие изделия используют для футеровки:

- внутреннего и наружного горна и сифонов шахтных печей для плавки на штейн;
- стенок до уровня ванны руднотермических печей;
- нижних подов многоподовых печей;

- печей автогенной плавки (ВП, КФП, ПВ);
- лещади, свода, противофурменной зоны конвертеров;
- стен, подины и свода отражательных анодных печей [13].

Для производства ХПТ изделий применяются:

- спеченные периклазовые порошки фракции 3–0, 3–0,5, 0,5–0 мм; от вращающейся печи, работающей на сыром магнезите марки МИ;
- хромитовая руда марки ДХЭ-4 Донского ГОКа, хромовая руда производства Турции или других поставщиков;
- лигносульфонаты технические и модифицированные.

1. Спеченные периклазовые порошки фракции 3–0, 3–0,5 и 0,5–0 мм от вращающиеся, работающих на сыром магнезите марки МИ должны соответствовать данным приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к спеченному периклазу

Наименование показателей	Значение			
	фр.3–0 мм	фр. 3–0,5 мм	фр.0,5–0мм для изделий	фр.0,5–0мм для помола
1. Массовая доля оксидов, % :				
CaO, не более	3,5	3,5	3,5	3,5
SiO ₂ , не более	3,2	3,2	3,2	3,2
2. Массовая доля зерен, % :				
остаток на сетке № 4	не доп.	не доп.	–	–
остаток на сетке № 3, не более	5	5	–	–
остаток на сетке № 2, не более	–	–	–	–
остаток на сетке № 05, не более	–	–	10	–
проход через сетку № 05, в пределах	40 – 50	не более 10	–	–
3. Насыпная плотность массы по фр.3–1 мм, кг/дм, не менее	1,70	1,70	–	–

кончание таблицы 6

Наименование показателей	Значение			
	фр.3–0 мм	фр. 3–0,5 мм	фр.0,5–0мм для изделий	фр.0,5–0мм для помола
4. Присадки спеченного доломита по фр.3–1 мм, %, не более	1,2	1,2	–	–

2. Хромитовая руда фракции 3–0,5 и 0,5–0 мм должна отвечать требованиям, указанным в таблице 3.

Таблица 7 – Требования к хромитовой руде

Наименование показателей	Значение	
	фр. 3 – 0,5 мм	фр. 0,5 – 0 мм
1. Массовая доля оксидов, %:		
Cr ₂ O ₃ , не менее	50	50
SiO ₂ , не более	4	4
2. Массовая доля зерен, %:		
остаток на сетке № 4	не допускается	–
остаток на сетке № 3 , не более	5	–
остаток на сетке № 1, не более	–	10
проход через сетку № 05, не более	5	–
3 Массовая доля влаги, %, не более	0,4	0,4

Периклазохромитовая смесь фракции 0,063–0 мм должна отвечать требованиям, указанным в таблице 8.

Таблица 8 – Требования к периклазохромитовой смеси

Наименование показателей	Значение
1. Массовая доля, %: Cr ₂ O ₃ , в пределах	6 – 16
2. Массовая доля влаги, %, не более	0,5

Состав шихты должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 9.

Таблица 9 – Требования к шихте

Компоненты шихты	Массовые доли, %	
	Шихта 1	Шихта 2
1 Хромитовая руда фр. 3–0,5 мм или хромитовый брикет фр. 3–0,5 мм	27 + 2	27 + 2
2. Спеченный периклазовый порошок фр. 3–0	40 ± 2	–
3. Спеченный периклазовый порошок фр. 3–0,5	–	22 + 3
4. Спеченный периклазовый порошок фр. 0,5–0	–	18 + 3
5. Периклазохромитовая смесь фр. 0,063–0 мм (с Cr ₂ O ₃ в пределах от 18 до 23 %)	33 ± 2	33 + 2

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 ³ , 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

Готовая масса должна отвечать требованиям, указанным в таблице 11.

Таблица 11 – Требования к готовой массе

Наименование показателей	Значение
1. Массовая доля оксидов, % Cr ₂ O ₃ , в пределах SiO ₂	18 – 22 факультативно
2. Массовая доля зерен, % : остаток на сетке № 3, не более фр. 3–1 мм, не менее	5 25
3. Массовая доля влаги, %, в пределах	1,4 – 2,0

3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМИТОПЕРИКЛАЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МАРКИ ХПТ

Хромитовая руда разгружается и хранится в крытом складе хромитовой руды.

Хромитовая руда подается на дробление в щековую дробилку, а затем на сушку в сушильный барабан. После сушильного барабана хромитовая руда подается на конусные дробилки.

После дробилок хромитовая руда подается на грохот, где рассеивается на фракции: > 3 , $3 - 0,5$ и $0,5 - 0$ мм. Хромитовая руда фракции $3 - 0,5$ и $0,5 - 0$ мм складывается в бункера. Хромитовая руда фракции больше 3 мм подается на додробливание в валковую дробилку, а затем на грохот для отсева.

Периклазовый порошок для изготовления изделий подается с вращающихся печей с ЦМП-3. Порошок фракции $3 - 0,5$ мм на вылеживание, фракции $0,5 - 0$ мм для приготовления тонкомолотой периклазохромитовой смеси. Периклазохромитовая смесь фракции $0,063 - 0$ мм готовится в трубомельнице.

Все составляющие шихты подаются в бункера дозирования.

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

Смешение составляющих производят в интенсивном смесителе.

Прессование хромитопериклазовых термостойких изделий марки ХПТ производится на гидравлическом прессе.

Спрессованные изделия, отвечающие требованиям технических условий, укладываются на поддоны элементами садки. Укладка на поддоны производится в соответствии с технологической и нормативной документацией на требования к сырцу изделий. Сушка изделий производится в туннельных сушилах отходящими газами на первых, позициях туннельных печей.

Обжиг изделий производится в туннельных печах.

Технологическая схема производства изделий марки ХПТ показана на рисунке 2.

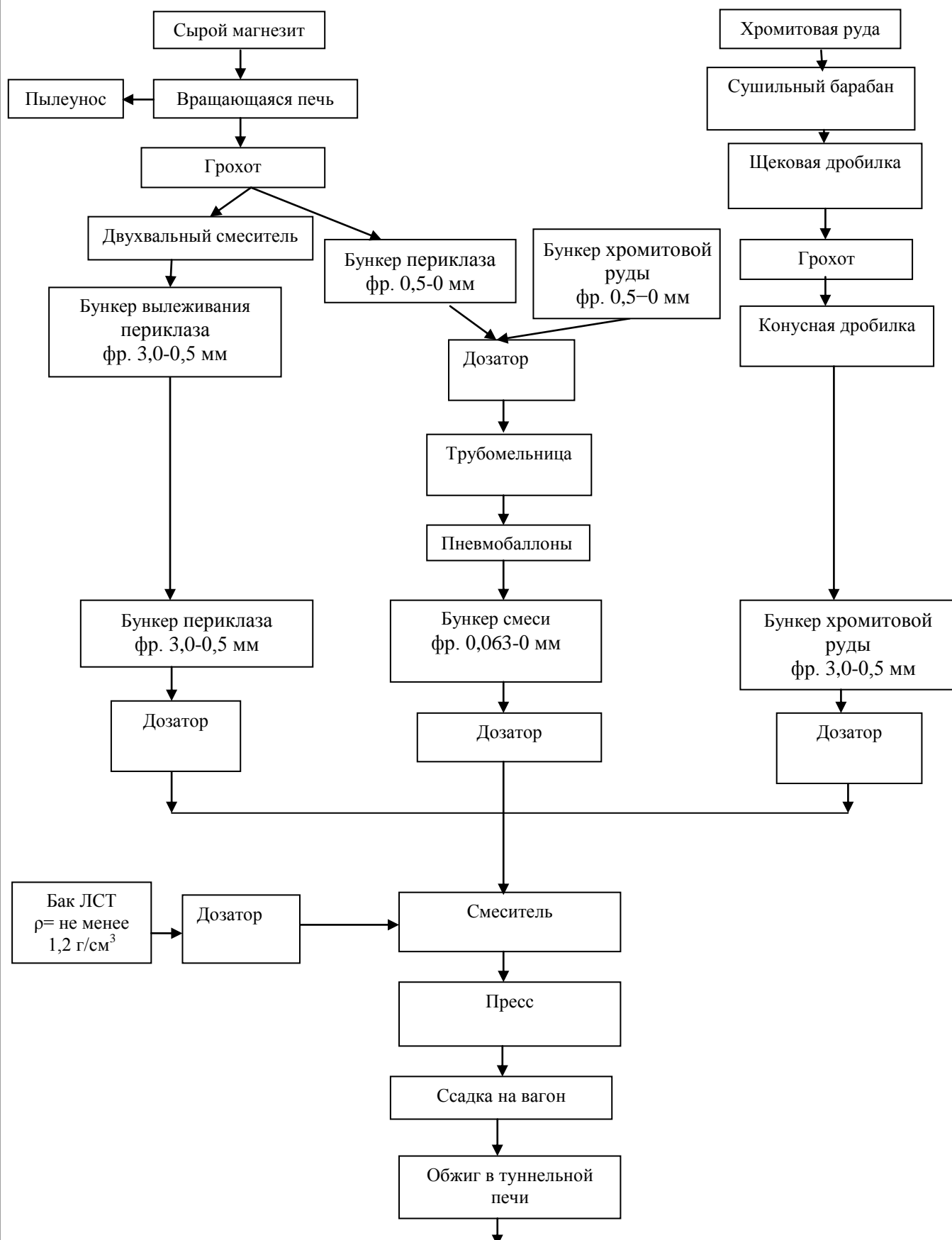
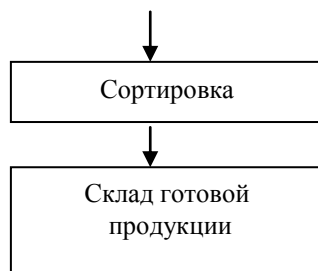


Рисунок 2– Технологическая схема производства изделий марки ХПТ



Окончание рисунка 2

Материальный баланс производства ХПТ изделий

Исходные данные

Производительность 80000 т/год.

Сырьё:

- спеченный периклаз, MgO – 93 %, $\Delta m_{\text{прк}} = 0,3$ %;
- хромитовая руда (Донской ГОК), Cr_2O_3 – 52 %, $\Delta m_{\text{прк}} = 0,4$ %.

Технологические параметры:

Влажность массы для прессования – 2 %.

Состав шихты:

- хромитовая руда фракции 3–0,5 мм – 27 %;
- спеченный периклаз фракции 3–0,5 мм – 22 %;
- спеченный периклаз фракции 0,5–0 мм – 18 %;
- периклазохромитовая смесь фракции 0,063–0 мм – 33 %.

Соотношение спеченного периклаза и хромитовой руды для приготовления периклазохромитовой смеси 50:50.

Потери при пылеуносе во вращающиеся печи – 4 %.

$\Delta m_{\text{прк}}$ во вращающейся печи – 47 %.

Улавливание пыли – 99,9 % .

$\Delta m_{\text{прк}}$ в туннельной печи – 3 %.

Брак обжига – 3,0 %.

Брак формовки – 3,0 %, из них возвращается в производство – 98 %.

Плотность ЛСТ – 1,24 г/см³, сухой остаток – 47 %, зольность ЛСТ – 23 %.

Материальный баланс

1. Выходит из печи с учетом брака

$$80000 \cdot 100 / (100 - 3) = 82474 \text{ т.}$$

$$\text{Брак обжига: } 82474 - 80000 = 2474 \text{ т.}$$

2. Посажено в туннельную печь по фактической массе с учетом п.п.п.

$$82474 \cdot 100 / (100 - 3) = 85025 \text{ т.}$$

$$\text{Безвозвратные потери: } 85025 - 82474 = 2551 \text{ т.}$$

3. Формуется изделий по фактической массе с учетом брака

$$85025 \cdot 100 / (100 - 3) = 87654 \text{ т.}$$

$$\text{Брак формовки: } 87654 - 85025 = 2630 \text{ т.}$$

$$\text{Возвращается в производство: } 2630 \cdot 0,98 = 2577 \text{ т.}$$

$$\text{Безвозвратные потери: } 2630 - 2577 = 3 \text{ т.}$$

4. Влажность смеси до увлажнения в смесителе:

$$\text{– периклаз фракция 3–0,5 мм: } w = 1 \text{ \%};$$

$$\text{– периклаз фракция 0,5–0 мм: } w = 0 \text{ \%};$$

$$\text{– хромит: } w = 0,4 \text{ \%}.$$

$$\text{Общая влажность смеси: } w = 0,4 \text{ \%}.$$

5. Формуется изделий по абсолютно сухой массе

$$82474 \cdot 100 / (100 - 2) = 84157 \text{ т.}$$

6. Вода технологическая для увлажнения в смесительных бегунах

$$84157 - 82474 = 1683 \text{ т.}$$

Для получения формирования влажности массы 2 % необходимо воды :

$$1683 \cdot (2 - 0,4) / 2 = 1346 \text{ т.}$$

$$\text{Вода с 10% запасом: } 1346 + 10 \text{ \%} = 1481 \text{ т.}$$

$$\text{Потери воды: } 135 \text{ т.}$$

7. Расчет ЛСТ

$$\text{Раствор ЛСТ: } 1346 \cdot 100 / (100 - 47) = 2541 \text{ т.}$$

$$\text{Сухой ЛСТ: } 2541 - 1346 = 1195 \text{ т.}$$

$$\text{Выгорает ЛСТ: } 1195 \cdot (100 - 23) / 100 = 920 \text{ т.}$$

$$\text{Зола ЛСТ: } 1195 - 920 = 275 \text{ т.}$$

8. Подано в смесительный бегун сухой смеси с учетом возврата брака

$$87654 - 2541 = 85113 \text{ т.}$$

9. Подано в смесительный бегун сухой смеси без учета возврата брака

$$85113 - 2577 = 82536 \text{ т.}$$

10. Потребность в каждой составляющей шихты:

- хромитовая руда фракции 3–0,5 мм: $82536 \cdot 0,27 \% = 22284 \text{ т.}$
- периклазохромитовая смесь: $82536 \cdot 0,33 \% = 27237 \text{ т.}$
- периклаз фракции 3–0,5 мм: $82536 \cdot 0,22 \% = 18158 \text{ т.}$
- периклаз фракции 0,5–0 мм: $82536 \cdot 0,18 \% = 14856 \text{ т.}$

11. Потери на транспортировку и совместный помол периклазохромитовой смеси в трубной мельнице (0,2 %)

$$27237 \cdot 100 / (100 - 0,2) = 27292 \text{ т.}$$

Безвозвратные потери: $27292 - 27237 = 55 \text{ т.}$

12. Потребность в каждой составляющей периклазохромитовой смеси:

- периклаз: $27292 \cdot 0,5 = 13646 \text{ т.}$
- хромитовая руда: $27292 \cdot 0,5 = 13646 \text{ т.}$

13. Общая потребность хромита:

$$13646 + 22284 = 35930 \text{ т.}$$

С учетом потерь на измельчение, транспортировку и классификацию

$$35930 \cdot 100 / (100 - 0,5) = 36110 \text{ т.}$$

Безвозвратные потери: $36110 - 35930 = 180 \text{ т.}$

14. Потребность в спеченном периклазе фракции 0,5–0 мм:

$$13646 + 14856 = 28502 \text{ т.}$$

15. Технологическая вода на смешение в двухвальном смесителе для вылеживания периклаза фракции 3–0,5 мм (увлажнение 1 %):

$$18158 \cdot 0,01 = 182 \text{ т.}$$

16. Подано в двухвальный смеситель периклаза фракции 3–0,5 мм

$$18158 - 182 = 17976 \text{ т.}$$

17. Общая потребность периклаза двух фракций

$$17976 + 28502 = 46478 \text{ т.}$$

18. Выход сырого магнезита из вращающейся печи периклаза с учетом

потерь на измельчение, транспортировку и классификацию (0,5 %)

$$46478 \cdot 100 / (100 - 0,5) = 46712 \text{ т.}$$

Безвозвратные потери: $46712 - 46478 = 234 \text{ т.}$

19. Погружено в вращающуюся печь с учетом п.п.п.:

$$46712 \cdot 100 / (100 - 47) = 88136 \text{ т.}$$

Безвозвратные потери: $88136 - 46712 = 41424 \text{ т.}$

20. Погружено с учетом пылеуноса:

$$88136 \cdot 100 / (100 - 4) = 91808 \text{ т.}$$

Пылеунос: $91808 - 88136 = 3672 \text{ т.}$

21. Отгрузка на склад каустической пыли:

$$3672 \cdot 99,9 / 100 = 3668 \text{ т.}$$

Выброс пыли в атмосферу:

$$3672 - 3668 = 4 \text{ т.}$$

Расчеты по материальному балансу введем в таблицу 12.

Таблица 12 – Материальный баланс производства

Приход		Расход	
Сырой магнезит	91808	Склад готовой продукции	80000
Хромитовая руда	36110	Брак обжига	2474
Возврат брака формования	2577	Брак формования	2630
Вода на увлажнения	182	П.п.п. в туннельной печи	2551
Вода на смешение	1481	Зола ЛСТ	274
ЛСТ сухой	1194	Потери в трубомельнице	55
		Потери при подготовке хромитовой руды	180
		Потери при подготовке периклаза	234
		П.п.п. во вращающаяся печи	41424
		Пылеунос	3672
		Потери воды	135
		Невязка	-276

Окончание таблицы 12

Приход		Расход	
Итого	133353	Итого	133353

Невязка баланса: $276 \cdot 100 / 133353 = 0,21 \%$.

Вывод: Таким образом с учетом заданной годовой производительности 80000 тонн необходимо следующее сырье: сырого магнезита – 91808 т; хромитовая руда – 33110 т.

4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Контроль огнеупоров определяется технологией их производства и зависит от состояния контроля за соблюдением технологии [10].

Контроль производства ХПТ изделий складывается из контроля сырья, контроля технологического процесса, контроля готовой продукции.

Контроль производства осуществляется Управление контролем качества и исследований (УКК и И).

УКК и И представляет собой самостоятельное структурное подразделение предприятия. Основной его обязанностью является осуществление контроля качества выпускаемой продукции, строгого соответствия её стандартам и техническим условиям. Отдел технического контроля следит за соблюдением установленной технологии на всех стадиях производства, а также качеством поступающего в цех сырья, материалов.

Лабораторные работы по контролю технологического процесса возлагаются как на цеховую лабораторию, которая входит в состав УКК и И. Контроль качества сырья и правильность его складирования являются 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 и т.д. Результаты лабораторных анализов и испытаний заносят в специальный журнал [10].

Контроль технического 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 и т.д.

На всех операциях по отбору проб и осуществлению контроля составляют

лабораторные инструкции. По результатам текущего контроля за месяц работники отдела технического контроля составляют отчет по качеству продукции, который обсуждается на совещании по качеству.

Входной контроль сырья и материалов:

Поступающие материалы подлежат входному контролю качества. На материалы, не отвечающие требованиям ТУ и ГОСТ, составляют рекламацию и вызывают представителя поставщика.

Выходной контроль – контроль качества готовой продукции. Из цеха могут быть отгружены только те партии изделий, свойства которых полностью отвечают требованиям соответствующих стандартов [10].

На каждую партию готовой продукции составляют паспорт (сертификат).

В таблице 13 представлен текущий контроль технологии изготовления периклазохромитовых термостойких изделий ХПТ [19].

Таблица 13 – Контроль технологии производства изделий ХПТ

Наименование контролируемого материала	Контролируемые параметры	Место отбора проб	Кто отбирает пробу	Частота отбора проб и определений	Кто производит определения
1. Спеченный периклазовый порошок фр.3-0 мм после увлажнения	1. Массовая доля влаги 2. Температура	Конвейер после смесителя	УККиИ -“-	6 раз в сутки	УККиИ
2. Хромитовая руда фр. 3-0.5мм.	1. Массовые доли: Cr ₂ O ₃ , SiO ₂ 2. П.П.П.	Течка после грохота -“-	УККиИ -“-	3 раз в сутки 1 раз в нед.	УККиИ -“-
3. Хромитовая руда фр. 0.5-0 мм	1. Массовая доля зерен на сетках №№ 1,05 2. Массовая доля влаги 3. П.П.П.	Течка после грохота	УККиИ -“- -“-	3 раз в сутки -“- 1 раз в нед.	УККиИ -“- -“-
4. Периклазохромитовая смесь фр. 0.063-0мм.	1. Массовая доля Cr ₂ O ₃ 2. Массовая доля зерен на сетке №0063	Течка после трубомельницы	УККиИ -“-	6 раз в сутки	УККиИ -“-

Окончание таблицы 13

Наименование контролируемого материала	Контролируемые параметры	Место отбора проб	Кто отбирает пробу	Частота отбора проб и определений	Кто производит определения
5.ЛСТ	1. Плотность 2. Температура 3. Вязкость 4.Массовая доля сухого остатка	Расходн баки	ЦМИ -“- -“- -“-	3 раз в сутки 1 раз в сутки	ЦМИ -“- УККиИ -“-
6. 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		
7. Изделия на печном вагоне	1. Соответствие схемам садок	Печной вагон	Отделение обжига изделий	Каждый вагон	Отделение обжига изделий

5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данной работе предлагаю заменить двухвальный лопастной смеситель марки СМ–447, применяемый при увлажнении периклазового порошка для вылеживания, на двухвальный лопастной смеситель MESC/MESC–UM производства WAM GROUP производство Италия.

Основой двухвального смесителя типа MESC, являются два параллельно расположенных шнековых ротора, которые осуществляют вращающееся движение в противоположном направлении, и идут с пересекающимися регулируемые по наклону лопастями. На каждом шнековом роторе стоит по двигателю. Лопасти роторов дополнительно можно снабдить износостойкими наплавками, увеличивающими срок их службы. Роторы размещаются в ванной, выполненной из высокоуглеродистой нержавеющей стали, оснащенной загрузочной горловиной и крышками.

Смешивание продуктов происходит путем встречного движения лопастей роторов. Возможность регулировать угол установки лопастей на валу, который позволяет приспособить смеситель к требованиям процесса смешивания.

Смесители построены по модульному принципу, позволяющему заменять детали без разбора всего агрегата, что гарантирует низкие затраты на техническое обслуживание.

Особенности двухвальных лопастных смесителей типа MESC/MESC–UM:

- производительность: от 3 до 70 м³/ч;
- возможность добавления до 20 % жидкости;
- смесительная камера для тяжелых условий работы, изготовленная из углеродистой стали или нержавеющей стали 304L/316L.

Преимущества двухвальных лопастных смесителей непрерывного действия:

- равномерная транспортировка и смешивание;
- надежность конструкции;
- мощность в зависимости от области применения.

Оснащаем двухвальный смеситель системой автоматического увлажнения «Микрорадар–200–04», которая предназначена для управления процессом увлажнения периклазового порошка.

Система выполняет следующие функции:

- измерение и индикация влажности и температуры оборотной порошка на входе в смеситель;
- измерение и индикация влажности и температуры порошка на выходе из смесителя;
- измерение и индикация количества воды, подаваемой в смеситель;
- автоматическое поддержание влажности порошка на выходе смесителя, в соответствии с установленным заданием при работе в автоматическом режиме;
- управление количеством воды на увлажнение при работе в ручном режиме;
- анализ состояния системы и отработка аварийных ситуаций.

В состав системы входят влагомеры MP113K40 и MP113K20. Приборы представляют собой микроволновые влагомеры, построенные на основе техники миллиметрового диапазона волн, что обеспечивает чрезвычайно низкую чувствительность прибора к типу и происхождению материала, содержанию солей и загрязнений. Принцип действия влагомера основан на измерении величины поглощения микроволновой энергии влажным материалом и преобразовании этой величины в цифровой код с использованием современной микропроцессорной техники. Поставляются вместе с датчиками температуры и датчиками наличия материала на ленте.

Принцип работы системы заключается в выработке управляющего воздействия на отсечной клапан для подачи воды, в зависимости от текущего значения влажности смеси на входе смесителя, количества смеси в замесе (вводится как константа в ПЛК с конвейерных весов или вручную). Входными сигналами системы являются значения влажности, измеренные БС1 и БС2 (W_1 и W_2 соответственно), количество смеси L и воды Q и заданное значение ($W_{уст}$) для авторегулирования. Выходными сигналами являются два сигнала управления

клапаном: «открыт», «закрыт».

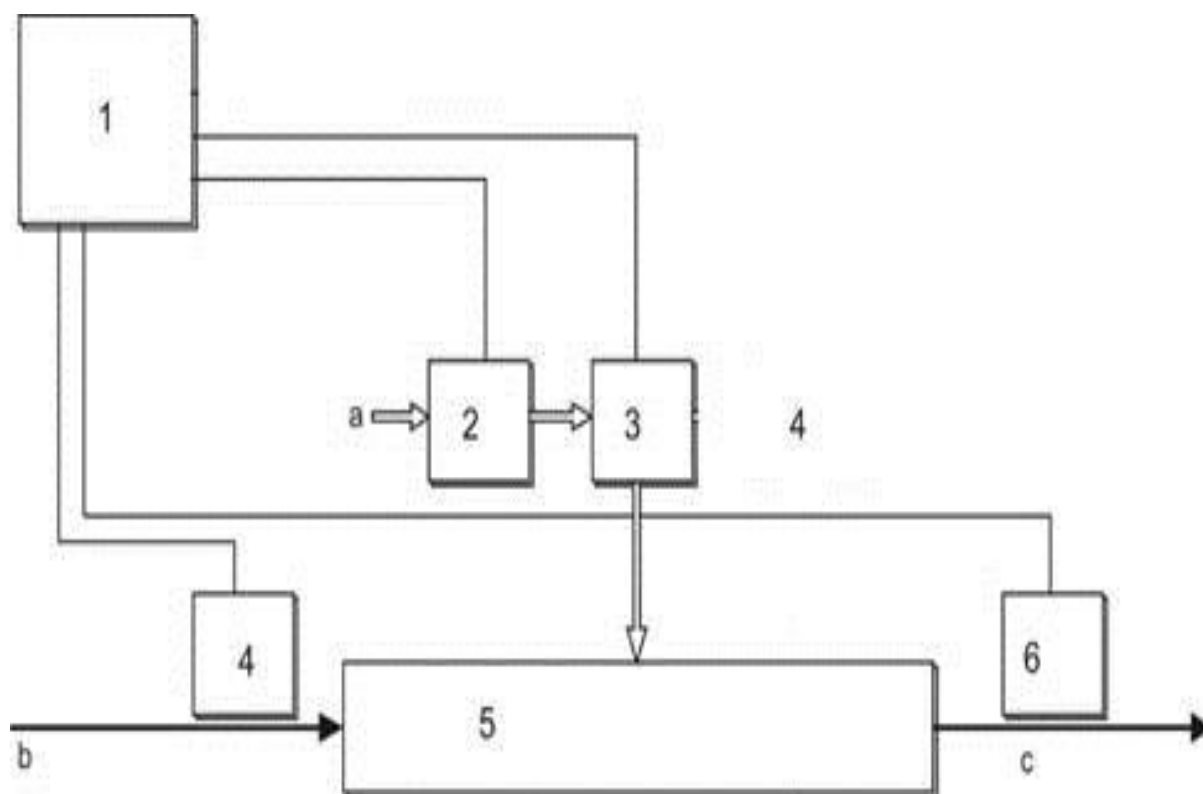


Рисунок 2 – Структурная схема системы: 1 – блок коммутации и сигнализации; 2 – расходомер; 3 – клапан отсечной; 4 – входной влагомер MP113K40; 5 – смеситель; 6 – выходной влагомер MP113K20; а – подача воды; b – подача оборотной смеси; с – выход готовой смеси.

Таблица 14 – Основные технические данные системой автоматического увлажнения «Микрорадар-200-04»

Основные контролируемые параметры:	Влажность и температура смеси, поступающей в смеситель; влажность и температура увлажненной смеси после смесителя; расход воды
Основные управляемые параметры	Расход воды, подаваемой для увлажнения
Диапазон измерения влажности	от 0,5 до 4 % на входе от 2 до 10 % на выходе
Чувствительность	±0,1 %

Окончание таблицы 14

Основные контролируемые параметры:	Влажность и температура смеси, поступающей в смеситель; влажность и температура увлажненной смеси после смесителя; расход воды
Погрешность измерения влажности	± 0,3 % на воде ± 0,5 % на выходе
Диапазон измерения температуры	+ 0 ... + 80 °С
Погрешность измерения температуры	± 1 °С
Режим работы	Круглосуточный непрерывный
Диапазон установки конечной влажности	от 2 до 10 %.
Погрешность установки	± 0,1 %.
Средняя точность поддержания конечной влажности*	± 0,2 %.
Режимы работы	Ручной, автоматический
Количество добавляемой воды.	0 ... 200 л
Диапазон увлажнения смеси	от 0,5 до 5 %
Количество точек контроля влажности	2
Количество точек контроля температуры	2
Параметры отсечного клапана	присоединительный размер 1/2"; габаритные размеры: 61 × 89 × 48 мм; нормально закрытый; напряжение питания 230 В, 50 Гц

Для того, чтобы определить необходимое количество воспользуемся формулой:

$$n = \frac{Q_{\text{год.цеха}}}{Q_{\text{год.оборуд}}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{год. цеха}}$ – годовая потребность материала с учетом потерь; $Q_{\text{год. оборуд.}}$ – годовая

производительность оборудования, которая определяется по формуле:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{ч}} \cdot \tau \cdot K_{\text{исп}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – часовая производительность оборудования, т/ч; τ – количество часов в году с учетом ремонтов, 8760 ч; $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования оборудования.

Для первичного дробления хромитовой руды принимаем щековую дробилку ЩДС 4 × 9 со сложным движением щеки. Установка конусной дробилки для первичного дробления менее экономична, так как при одинаковых размерах загружаемых кусков и степени измельчения щековые дробилки имеют меньшую массу, меньшую избыточную производительность и меньшую мощность двигателя. Кроме того, в процессе дробления щековая дробилка кроме раздавливания кусков материала, осуществляет еще и истирающее действие при движении щеки вниз. Дробилки со сложным движением щеки весят значительно меньше дробилок с простым движением и имеют меньше деталей. Так как дробимые материалы являются нежесткими, то применение такой дробилки целесообразно [2].

Таблица 15 – Техническая характеристика щековой дробилки ЩДС 4 × 9

Наименование показателей	Значение
1. Размер приёмного отверстия, мм	400 × 900
2. Ширина выходной щели, мм	40 – 100
3. Размер загружаемых кусков, мм, до	340
4. Производительность, т/час	19,8 – 48
5. Угол захвата, градус	18
6. Ход щеки, мм	10
7. Эксцентриситет вала, мм	12
8. Мощность приводного электродвигателя, кВт	40
9. Масса, т	9,51

Расчёт количества необходимых дробилок (по хромитовой руде):

$$n = \frac{36110}{20 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,26.$$

Принимаем одну щековой дробилки ЩДС 4 × 9.

Для вторичного дробления хромитовой руды до нужной фракции принимаем конусную дробилку КМД–1200

Таблица 16 – Техническая характеристика конусную дробилку КМД–1200

Наименование показателей	Значение
1. Ширина загрузочного отверстия, мм	45 – 72
2. Максимальный размер загружаемых кусков, мм	35
3. Ширина загрузочной щели, мм	3 – 13
4. Производительность, т/ч	18 – 90
5. Установочная мощность электродвигателя, кВт	75
6. Число качаний дробящего конца в 1 мин	270
7. Масса дробилки без электрооборудования и вспомогательного оборудования, т	23
8. Привод	через муфту

Расчёт количества необходимых дробилок (по хромитовой руде):

$$n = \frac{36110}{22 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,22.$$

Принимаем одну конусную дробилку КМД–1200

Для дробления отхода от грохота ГИЛ–32К принимаем двухвалковую дробилку с гладкими валками ДГ 400 × 250. При дроблении материалов валковыми дробилками образуется меньшее количество пылевидных фракций по сравнению с их количеством при дроблении в дробилках других типов [2].

Таблица 17 – Техническая характеристика двухвалковой дробилки ДГ 400 × 250

Наименование показателей	Значение
1. Размеры валков, мм	
диаметр	400
длина	250
2. Ширина щели между валками, мм	2 – 12
3. Производительность, м ³ /ч	3 – 12
4. Наибольший размер загружаемых кусков, мм	20
5. Частота вращения валков, об/мин	200
6. Мощность электродвигателей, кВт	2 × 4,5
7. Масса дробилки, кг	2200

Расчёт количества необходимых дробилок (по хромитовой руде):

$$n = \frac{36110}{10 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,52.$$

Принимаем одну двухвалковую дробилку ДГ 400 × 250

Для первичной и вторичной квалификации материалов принимается инерционный грохот легкого типа ГИЛ–32К. Грохот несложен по устройству, надежен и эффективен в эксплуатации. Обладают высоким коэффициентом полезного действия при низком расходе электроэнергии. Этим грохотам свойственны высокая производительность, небольшая амплитуда колебаний, большая частота колебаний.

Таблица 18 – Техническая характеристика грохота ГИЛ–32К

Наименование показателей	Значение
1. Удельная производительность по исходному материалу, т/ч·м	13,6
2. Размеры просеивающих поверхностей, мм	
ширина	1250
длина	3000
3. Площадь просеивающей поверхности, м	3,75

Окончание таблицы 18

4. Полезная площадь просеивающей поверхности, м	3,1
5. Число ярусов сит, шт	2
6. Амплитуда колебаний короба	1,6 – 3,7

Расчёт количества необходимых грохотов (по хромитовой руде):

$$n = \frac{36110}{13,6 \cdot 8760 \cdot 0,7} = 0,43.$$

Принимаем один грохот ГИЛ–32К.

Для получения тонкой фракции применяют трубные мельницы, а также вибромельницы. В трубных мельницах полное измельчение достигается вследствие большого времени пребывания материала в длинном барабане.

Эффективность измельчения и расход энергии в трубных мельницах зависят от скорости вращения, веса и размера дробящих тел. Расход энергии снижается при использовании многокамерных трубных мельниц.

Трубные мельницы отличаются универсальностью применения, постоянством степени измельчения в течение длительного периода работы, надежностью, безопасностью и простотой обслуживания [2].

Для тонкого помола исходных компонентов используется трубная мельница СМ–436.

Таблица 19 – Техническая характеристика трубной мельницы СМ – 436

Наименование показателей	Значение
1. Вид привода	центральный
2. Диаметр, м	1,5
3. Длина, м	5,6
4. Число камер	2
5. Число оборотов барабана в 1 мин	27
6. Масса мелющих тел, т	12,2
7. Мощность электродвигателя, кВт	130

Окончание таблицы 19

8. Производительность, т/ч	8,0 – 9,95
9. Масса мельницы без мелющих тел и редуктора, т	24

Расчёт количества необходимых мельниц:

$$n = \frac{27292}{8,5 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 0,46.$$

Принимаем одну трубную мельницу СМ–436

Изделия ХПТ должны иметь однородную структуру, поэтому к смесителю предъявляются высокие требования по качеству смешения. Для приготовления массы подходит интенсивный смеситель СМ–1500. Превосходный эффект приготовления смесей в смесителе СМ–1500 гарантируется за счет:

– вращающегося смесительного резервуара, который непрерывно подает смешиваемый материал в область эксцентрически расположенного и быстро вращающегося устройства; при этом, образуются встречные потоки смешиваемого материала с высокой разностью скоростей.

– наклонно расположенного вращающегося смеситель-резервуара, который в соединении с неподвижным регулятором движения материала способствует прочному образованию прочного вертикального потока компонента смеси.

– универсального инструмента, который предотвращает прилипание остатков к стенке резервуара, способствует формированию прочного вертикального компонента потока смеси и ускоряет процесс опорожнения в конце смешивания.

Смеситель СМ–1500 позволяет достичь высокое качество смешения без доизмельчения материала, что необходимо для сохранения заданного гранулометрического состава.

Таблица 20 – Техническая характеристика интенсивного смесителя СМ–1500

Наименование показателей	Значение
1. Наибольший объем засыпаемой смеси, дм ³	750
2. Наибольшая масса засыпаемой смеси, кг	900
3. Частота вращения тарелки, мин ⁻¹	28
4. Диаметр тарелки, внутренний, мм	1500
5. Мощность двигателя привода вращения тарелки, кВт	11
6. Мощность двигателя привода завихрителя, кВт	35
7. Габаритные размеры смесителя (без электрооборудования), мм:	
длина	2700
ширина	1720
высота	2600
8. Масса смесителя с электрооборудованием, кг	5700

Расчёт количества смесителя при 3,6 т/час:

$$n = \frac{(84157 + 1683 + 2541)}{3,6 \cdot 8760 \cdot 0,8} = 2,8.$$

Принимаем три интенсивных смесителя СМ–1500

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 21.

Для дозирования этиленгликоля выбираем дозатор жидкостной управляемый объемом 15 дм³ типа ДЖУ–15. В дозатор этиленгликоль поступает из бака объемом в 600 л, где поддерживается в необходимом состоянии непрерывным перемешиванием с подогревом. Технические характеристики

приведены в таблице 22.

Для дозирования мелких сыпучих пылящих материалов выбираем дозатор ДМС–50–2. Характеристики приведены в таблице 23.

Таблица 21 – 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:

–для периклаза фракции 3–0,5 мм:

$$n = \frac{18158}{6,3 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,66.$$

–для периклаза фракции 0,5–0 мм:

$$n = \frac{14856}{6,3 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,54.$$

–для хромитовой руды фракции 3–0 мм:

$$n = \frac{22284}{6,3 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,81.$$

Принимаем три дозатора порошков.

Таблица 22 –Техническая характеристика ДЖУ–15

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

Расчёт количество необходимых дозаторов для ЛСТ:

$$n = \frac{2541/1,21}{15 \cdot 8760 \cdot 0,3} = 0,10.$$

Принимаем один дозаторов для ЛСТ.

Таблица 23 – 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:

–для хромитопериклазовой смеси фракции 0,063–0 мм:

$$n = \frac{27237}{8 \cdot 8760 \cdot 0,5} = 0,77.$$

Принимаем один дозаторов для хромитопериклазовой смеси.

Изделия ХПТ должны иметь плотную структуру с низкой кажущейся пористостью, поэтому для их прессования подходят только гидравлические пресса, способные проводить трехступенчатое прессование с выдержкой под большим давлением. Для этого подходят пресса LAEIS HPF–1600

Таблица 24 – Техническая характеристика пресса LAEIS HPF–1600

Наименование показателей	Значение
1. Номинальное усилие пресса, кН	16000
2. Ход главного ползуна, мм	630 + 20
3. Наибольшее усилие выталкивания изделий, кН	1600
4. Наибольшая высота засыпки пресс-формы, мм	500
5. Скорость холостого хода главного ползуна, мм/	300 – 400
6. Скорость замедленного хода главного ползуна, мм/с	20 – 100
7. Скорость прессования, мм/с	2,5 – 36
8. Количество ступеней прессования	не более 6

Окончание таблицы 24

9. Отклонение высоты спрессованного изделия, мм	± 0,4
10. Точность позиционирования главного ползуна, мм	± 0,01
11. Номинальное рабочее давление в гидросистеме высокого давления, МПа	32
12. Номинальное рабочее давление в гидросистеме низкого давления, МПа	5 – 15
13. Габаритные размеры (собственно пресса без насосной установки), не более:	
длина, мм	5200
ширина, мм	2800
высота, мм	7320
высота над уровнем пола, мм	6000
14. Масса, не более, кг	93000
15. Количество одновременно прессуемых изделий, шт	1 – 4
16. Мощность главного привода, не более, кВт	114

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 7 кг, кг; z – количество одновременно прессуемых изделий, 3 шт; $t_{\text{ц}}$ – цикл прессования, 3 с.

$$Q_{\text{ч}}^{\text{пресс}} = \frac{7 \cdot 3 \cdot 3600}{4,5 \cdot 1000} = 11,2 \text{ т/ч.}$$

Расчёт количество необходимых прессов:

$$n = \frac{87654}{11,2 \cdot 8760 \cdot 0,7} = 1,3.$$

Принимаем два пресса НРФ–1600 фирмы «Laeis».

Таким образом, с учетом предложенного в существующую технологию было подобрано и определено необходимое количество основного оборудования – два прессы, вспомогательного – 4 дозатора, 1 грохот, 4 дробилки, 1 смеситель, 1 мельница.

6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Туннельная печь

Для обжига огнеупорных изделий применяется туннельная печь.

Такая печь представляет собой прямой туннель, с проложенным внутри нее рельсовым путем, по которому движется в соответствии с заданным режимом состав с вагонетками. Движение вагонеток осуществляется посредством толкателей, которые бывают винтовые или гидравлические. Вагонетки имеют металлический каркас, отличающийся особой жесткостью, на котором размещается огнеупорная футеровка [13].

Данный туннель может быть разного размера в зависимости от производительности печи и объема обжигаемой продукции.

Печь для обжига кирпича оборудована входной и выходной камерами, которые находятся, соответственно, в начале и в конце конструкции. При выкатывании или закатывании вагонеток обе камеры закрываются на затворы, обеспечивая, тем самым, полную герметичность печи. Во время подачи вагонетки в печь, заслонки автоматически поднимаются, а когда при помощи толкателей вагонетка выкатывается из туннеля, то срабатывает механизм опускания заслонок.

Конструкция печи условно разделена на три зоны:

- подготовительная зона прогрева;
- основная зона обжига;
- завершающая зона охлаждения.

В стенках туннеля, расположенных в зоне обжига, есть специальные горелочные устройства, в которых сжигается топливо. Для бесперебойного функционирования туннельных печей используется, чаще всего, природный газ. Но также в качестве топлива в некоторых печах применяется уголь.

Процесс обжига

Кирпичи, предназначенные для обжига, укладываются на под вагонетки. Для того чтобы избежать нежелательной деформации обжигаемых изделий, их

укладывают на вагонетки высотой не более одного метра.

Во время процесса обжига вагонетки через определенные промежутки времени, непрерывно, друг за другом, перемещаются в туннельной печи. В течение этого времени происходит равномерный прогрев кирпичей за счет нагретого воздуха, потом выполняется непосредственный обжиг изделий, а в завершающей стадии осуществляется постепенное охлаждение обжигаемой продукции, находящейся в вагонетках [13].

Весь процесс контролируется с помощью программного комплекса, благодаря которому можно отследить:

- как соблюдается режим обжига;
- какая температура поддерживается в вагонеточном канале;
- какой уровень давления воздуха, подаваемого в печь;
- какое качество садки и т.д.

Садка кирпича на вагонетки, как правило, производится садчиком. Вагонетки передвигаются на расстоянии, равном длине отдельной вагонетки. На последнем этапе готовый кирпич подается на садку при помощи механизированной тележки, после чего проходит контроль качества.

Воздух в печи поступает по рециркуляционным каналам, так называемым воздуховодам, которые расположены вдоль туннельной печи, а также нагревается и охлаждается с помощью вентиляторов и дымососов. Такие воздуховоды в полной мере обеспечивают подачу прогретого воздуха в зону прогрева и зону обжига туннельной печи. А при помощи вентиляторов холодный воздух попадает в зону охлаждения. Излишки воздуха и продукты горения отсасываются посредством дымососов в сушильные камеры [5].

Выбираем стандартную печь для обжига хромитопериклазовые изделия марки ХПТ $L_{п} = 156$ м, обжиг производится природным газом. Число позиций 52.

Туннельная печь делится на зоны:

длина зоны подогрева (нагрева):

$L_{под.} = 69$ м – 23 позиции;

длина зоны обжига:

$$L_{\text{обж.}} = 27 \text{ м} - 9 \text{ позиций}$$

длина зоны охлаждения:

$$L_{\text{охл.}} = 60 \text{ м} - 20 \text{ позиций}$$

6.2 Расчет горения природного газа

В качестве топлива при обжиге хромитопериклазовых изделия марки ХПТ применяем природный газ Тюменского месторождения. Состав:

$$\text{CH}_4 \quad 94,0 \%$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 \quad 1,20 \%$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 \quad 0,70 \%$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10} \quad 0,40 \%$$

$$\text{C}_5\text{H}_{12} \quad 0,20 \%$$

$$\text{CO}_2 \quad 0,20 \%$$

$$\underline{\text{N}_2} \quad \underline{3,30 \%$$

$$\Sigma \quad 100 \%$$

$$\alpha = 1,20.$$

$$d = 10 \text{ г/кг сух. возд.}$$

Воздух идущий на горение нагревают до $t_r = 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Содержание влаги в газе $\omega = 1\%$.

Пересчитываем состав влажного газа на сухой, %:

$$\text{CH}_4^{\text{вл}} = 94,0 \cdot \frac{100-1}{100} = 93,0 \%$$

$$\text{C}_2\text{H}_6^{\text{вл}} = 1,20 \cdot \frac{100-1}{100} = 1,188 \%$$

$$\text{C}_3\text{H}_8^{\text{вл}} = 0,70 \cdot \frac{100-1}{100} = 0,693 \%$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10}^{\text{вл}} = 0,40 \cdot \frac{100-1}{100} = 0,396 \%$$

$$\text{C}_5\text{H}_{12}^{\text{вл}} = 0,20 \cdot \frac{100-1}{100} = 0,198 \%$$

$$\text{CO}_2^{\text{вл}} = 0,20 \cdot \frac{100-1}{100} = 0,198 \%$$

$$\text{N}_2^{\text{вл}} = 3,3 \cdot \frac{100-1}{100} = 3,267 \%$$

$$\Sigma \% = 100 \% \quad (3)$$

Теплота сгорания топлива:

$$Q_H = 358,2 \cdot \text{CH}_4 + 637,5 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 912,5 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 1186,5 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 1460,8 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12}, \quad (4)$$

$$Q_H = 358,2 \cdot 93,0 + 637,5 \cdot 1,188 + 912,5 \cdot 0,693 + 1186,5 \cdot 0,396 + 1460,8 \cdot 0,198 =$$

$$= 35482 \text{ кДж/ч.}$$

Теоретический расход необходимого количества сухого воздуха:

$$L_0 = 0,0476(2\text{CH}_4 + 3,5\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{C}_3\text{H}_8 + 6,5\text{C}_4\text{H}_{10} + 8\text{C}_5\text{H}_{12}), \quad (5)$$

$$L_0 = 0,0476(2 \cdot 93,0 + 3,5 \cdot 1,2 + 5 \cdot 0,7 + 6,5 \cdot 0,4 + 8 \cdot 0,2) = 9,42 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Теоретический расход необходимого количества атмосферного воздуха с учетом его влажности:

$$L'_0 = 0,016L_0, \quad (6)$$

$$L'_0 = 0,016 \cdot 9,42 = 9,57 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Действительный расход сухого воздуха, L_α , $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$L_\alpha = \alpha \cdot L_0, \quad (7)$$

$$L_\alpha = 1,2 \cdot 9,42 = 11,30 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Действительный расход атмосферного воздуха L_α , $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$L_\alpha = \alpha \cdot L_0, \quad (8)$$

$$L_\alpha = 1,2 \cdot 9,57 = 11,48 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Расчет количества продуктов сгорания топлива, V_α , $\text{м}^3/\text{м}^3$:

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

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01 \cdot (0,01 + 94,0 + 2 \cdot 1,20 + 3 \cdot 0,70 + 4 \cdot 0,40 + 5 \cdot 0,20) = 1,007 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

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

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01 \cdot (2 \cdot 94,0 + 3 \cdot 1,20 + 4 \cdot 0,70 + 5 \cdot 0,40 + 6 \cdot 0,20 + 1,0 + 0,16 \cdot 10 \cdot 11,3) = 2,15 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,01\text{N}_2 + 0,79L_\alpha, \quad (11)$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,01 \cdot 3,30 + 0,79 \cdot 11,3 = 8,957 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_0, \quad (12)$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (1,2 - 1) \cdot 9,42 = 0,40 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$V_\alpha = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2}, \quad (13)$$

$$V_\alpha = 1,007 + 2,15 + 8,957 + 0,40 = 12,51 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$100 \text{ нм}^3 \rightarrow 100 \% \quad (14)$$

$$x_{\text{CH}_3} \rightarrow 93,0 \%$$

$$\begin{aligned} V_{\text{CH}_4} &= 93,0 \text{ нм}^3 & \rho &= 0,717 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{C}_2\text{H}_6} &= 1,2 \text{ нм}^3 & \rho &= 1,356 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{C}_3\text{H}_8} &= 0,7 \text{ нм}^3 & \rho &= 2,020 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{C}_4\text{H}_{10}} &= 0,4 \text{ нм}^3 & \rho &= 2,840 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{C}_5\text{H}_{12}} &= 0,2 \text{ нм}^3 & \rho &= 3,218 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{CO}_2} &= 0,2 \text{ нм}^3 & \rho &= 1,977 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{N}_2} &= 3,0 \text{ нм}^3 & \rho &= 1,251 \text{ кг/ нм}^3; \\ V_{\text{H}_2\text{O}} &= 1,0 \text{ нм}^3 & \rho &= 0,804 \text{ кг/ нм}^3. \end{aligned}$$

$$m = V \cdot \rho, \quad (15)$$

$$m_{\text{CH}_4} = 93,00 \cdot 0,717 = 66,68 \text{ кг};$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,2 \cdot 1,356 = 1,63 \text{ кг};$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,7 \cdot 2,020 = 1,41 \text{ кг};$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 0,4 \cdot 2,840 = 1,14 \text{ кг};$$

$$m_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = 0,2 \cdot 3,218 = 0,64 \text{ кг};$$

$$m_{\text{CO}_2} = 0,2 \cdot 1,977 = 0,39 \text{ кг};$$

$$m_{\text{N}_2} = 3,0 \cdot 1,251 = 3,75 \text{ кг};$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \cdot 0,804 = 0,80 \text{ кг};$$

$$m_{\text{O}_2} = V_{\text{O}_2} \cdot \rho \cdot \alpha, \quad (16)$$

$$\alpha = 1,2, \quad \rho = 1,429 \text{ кг/ нм}^3$$

$$V_{\text{O}_2} = L_0 \cdot 0,21 \cdot 100 = 9,42 \cdot 0,21 \cdot 100 = 197,8 \text{ нм}^3;$$

$$m_{\text{O}_2} = 197,8 \cdot 1,2 \cdot 1,429 = 339,2 \text{ кг}.$$

$$m_{\text{N}_2} = V_{\text{N}_2} \cdot \rho \cdot \alpha, \quad (17)$$

$$\alpha = 1,2, \quad \rho = 1,251 \text{ кг/ нм}^3$$

$$V_{\text{N}_2} = L_0 \cdot 0,21 \cdot 100 = 9,42 \cdot 0,79 \cdot 100 = 744,18 \text{ нм}^3;$$

$$m_{\text{N}_2} = 744,18 \cdot 1,2 \cdot 1,251 = 1117,16 \text{ кг}$$

Содержание влаги в воздухе составляет $11,48 - 11,3 = 0,18 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ или $0,18 \cdot 100 = 18 \text{ нм}^3$, $\rho = 0,804 \text{ кг/нм}^3$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,18 \cdot 100 \cdot 0,804 = 14,47 \text{ кг}.$$

Продукты

$$m_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot 100 \cdot \rho = 2,15 \cdot 100 \cdot 0,804 = 172,86 \text{ кг.}$$

$$m_{CO_2} = 1 \cdot 100 \cdot 1,977 = 197,7 \text{ кг.}$$

$$m_{N_2} = 8,957 \cdot 100 \cdot 1,251 = 1120,52 \text{ кг.}$$

$$m_{O_2} = 0,4 \cdot 100 \cdot 1,429 = 57,16 \text{ кг.}$$

Невязка составляет 1,01 кг или 0,07 %.

Таблица 25 – Баланс на 100 нм³ газа

Приход	кг	Расход	кг
Природный газ			
CH ₄	66,68	Продукты горения	197,70
C ₂ H ₆	1,63	CO ₂	172,86
C ₃ H ₈	1,40	H ₂ O	1120,57
C ₄ H ₁₀	1,41	N ₂	57,16
C ₅ H ₁₂	0,14	O ₂	
CO ₂	0,64		
N ₂	4,09		
H ₂ O	0,80		
Воздух			
O ₂	339,2		-1,01
N ₂	1117,16	Невязка	
H ₂ O	14,47		
Итого	1547,28	Итого	1547,28

Подогрев воздуха до 800 °С и $\alpha = 1,2$, энтальпия воздуха – 1200 кДж/м³, тогда общая энтальпия равна:

$$i_{\text{общ}} = \frac{Q_H}{V_\alpha} + \frac{L_\alpha}{V_\alpha}, \quad (18)$$

$$i_{\text{общ}} = \frac{35482}{12,5} + \frac{1148+1200}{12,5} = 3861 \text{ кДж/м}^3.$$

6.3 Тепловой баланс туннельной печи

Зона подогрева и обжига

Приход тепла [5]

Химическое тепло от горения топлива определяется по формуле:

$$Q_{\text{гор}} = 4,187 \cdot Q_{\text{н}} \cdot V, \quad (19)$$

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

$$Q_{\text{гор}} = 4,187 \cdot 35482 \cdot V = 148563 \cdot V \text{ кДж.}$$

Физическое тепло воздуха определяем по формуле:

$$Q_{\text{воз}} = L_{\alpha} \cdot t_{\text{воз}} \cdot V, \quad (20)$$

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

Считаем, что весь воздух, необходимый для горения поступает в печь из холодильника с температурой $900 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

По расчету горения топлива $L_{\alpha} = 11,51 \text{ м}^3/\text{м}^3$, $i_{\text{возд}} = 1262,4 \text{ кДж}/\text{м}^3$, тогда

$$Q_{\text{воз}} = 4,187 \cdot 11,51 \cdot 1262,4 \cdot V = 60838 \cdot V \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{гор}} + Q_{\text{воз}} = 148563 \cdot V + 60838 \cdot V = 209401 \cdot V \text{ кДж.}$$

Расход тепла

Расход тепла на нагрев материалов до температуры обжига:

$$Q_{\text{нагр}} = 4,187 \cdot (P_{\text{час}} \cdot c_{\text{к}} t_{\text{к}} - P_{\text{с}} \cdot c_{\text{н}} t_{\text{н}}), \quad (21)$$

где $P_{\text{час}}$ – часовая производительность печи, $\text{кг}/\text{ч}$;

$$P_{\text{час}} = \frac{87654}{365 \cdot 24 \cdot 0,94 \cdot 0,97} = 10974 \text{ кг}/\text{час.}$$

$c_{\text{н}}$, $c_{\text{к}}$ – теплоемкость материала при начальной и конечной температурах, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{град}$; $t_{\text{н}}$, $t_{\text{к}}$ – начальная и конечная температура, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_{\text{н}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{к}} = 1650 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$C_{\text{н}} = 0,742 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{град};$$

$$C_{\text{к}} = 1,372 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{град.}$$

$$Q_{\text{н}} = 4,187 \cdot 10974 \cdot (1,372 \cdot 1650 - 0,742 \cdot 80) = 94985829 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на испарение физической влаги, содержащейся в материале

$$Q_{\text{исп}} = 4,187 \cdot [600 - 0,47(t_{\text{yx}} - t_{\text{н}}^{\text{M}})] W_{\text{вл}}, \quad (22)$$

где W – количество испаряемой влаги, кг/час:

$$W = P_{\text{час}} \frac{\omega}{100 - \omega} = 10974 \frac{0,5}{100 - 0,5} = 27,50 \text{ кг/час.} \quad (23)$$

где ω – относительная влажность материала, поступающего в печь, %; 600 – постоянная величина расхода тепла на испарение 1 кг воды, кДж/кг; 0,47 – теплоемкость водяных паров, ккал/кг·°C; t_n^M – температура влажных материалов, поступающих в печь, 80 °C; t_{yx} – теплосодержание водяных паров, 250 °C.

$$Q_{\text{исп}} = 4,187 \cdot [600 - 0,47(250 - 80)] \cdot 34,42 = 59886 \text{ кВт.}$$

Потери тепла с уходящими продуктами горения, объем продуктов горения:

$$Q_{\text{дым}} = V_{\alpha} \cdot i_{\text{дг}} \cdot B, \quad (24)$$

где $V_{\text{дым}}$ – объем продуктов горения, уходящих из рабочего пространства печи с учетом подсосов окружающего воздуха, м³/с; $i_{\text{дг}}$ – энтальпия продуктов горения при температуре уходящих газов, 346,45 кДж/м³.

$$Q_{\text{дым}} = 4,187 \cdot 12,52 \cdot 346,45 \cdot B = 18161 \cdot B \text{ кДж.}$$

Потери тепла через кладку (футеровку).

$$Q_{\text{окр}} = \frac{4,187 \cdot F(t_k - t_n)}{\sum \frac{S}{\lambda_{cp}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (25)$$

где F – площадь стен и свода, м²; t_n – температура газа на данном участке, °C; t_k – температура окружающего воздуха, °C; $\sum \frac{S}{\lambda}$ – сумма тепловых сопротивлений отдельных слоев кладки, Вт/м²·град; S – толщина слоя кладки, м; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·град; α_2 – коэффициенты теплопередачи воздуха и газа, Вт/м²·град, принимаем $\alpha_2 = 15$ Вт/м²·град

Потери через стены:

Позиция 1–5, $L=15$ м (рисунок 3)

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

$$t_1 = 270 \text{ °C};$$

$$t_2 = 150 \text{ °C};$$

$$t_3 = 80 \text{ °C}.$$

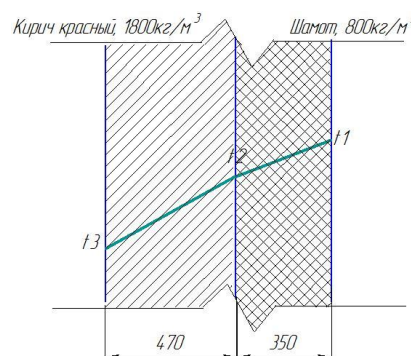


Рисунок 3 – Разрез футеровки стены на 1–5 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{270 + 150}{2} = 0,30 \text{ Вт/м·град;}$$

$$\lambda_{cp2} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{150 + 80}{2} = 0,53 \text{ Вт/м·град;}$$

$$Q_{окр1-5} = \frac{(270 - 80) \cdot 66 \cdot 4,187}{\frac{0,35}{0,3} + \frac{0,47}{0,53} + \frac{1}{15}} = 24765 \text{ кДж.}$$

Позиция 6–10, L=15м (рисунок 4)

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

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

$$t_2 = 350 \text{ }^\circ\text{C;}$$

$$t_3 = 150 \text{ }^\circ\text{C;}$$

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

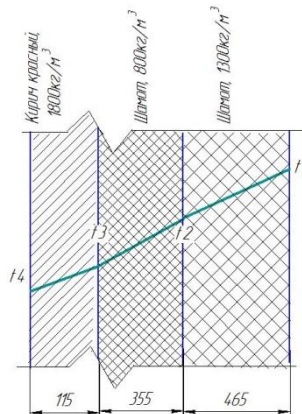


Рисунок 4 – Разрез футеровки стены на 6–10позициях

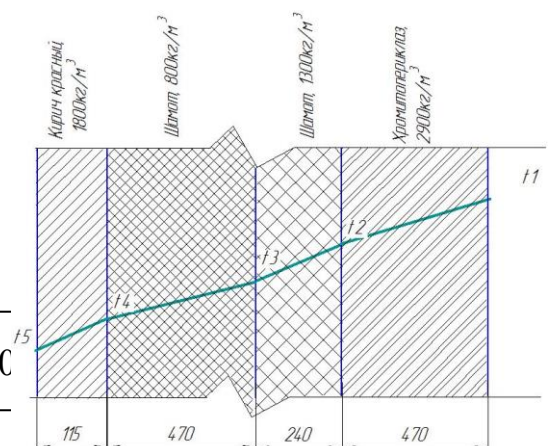
$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{500 + 350}{2} = 0,69 \text{ Вт/м·град;}$$

$$\lambda_{cp2} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{350 + 150}{2} = 0,32 \text{ Вт/м·град;}$$

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

$$Q_{окр6-10} = \frac{(500 - 80) \cdot 66 \cdot 4,187}{\frac{0,465}{0,69} + \frac{0,355}{0,32} + \frac{0,115}{0,53} + \frac{1}{15}} = 21777 \text{ кДж.}$$

Позиция 11–19, L= 27 м (рисунок 5)



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

$$t_1 = 1000 \text{ °C};$$

$$t_2 = 700 \text{ °C};$$

$$t_3 = 450 \text{ °C};$$

$$t_4 = 300 \text{ °C};$$

$$t_5 = 100 \text{ °C}.$$

Рисунок 5 – Разрез футеровки стены на 11–19позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{1000 + 700}{2} = 1,70 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{700 + 450}{2} = 0,71 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{450 + 300}{2} = 0,37 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср4}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{300 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{\text{окр11-19}} = \frac{(1000 - 100) \cdot 118,8 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{1,70} + \frac{0,240}{0,71} + \frac{0,470}{0,37} + \frac{0,115}{0,57} + \frac{1}{15}} = 207912 \text{ кДж}.$$

Позиция 20–31, L=36м (рисунок 6)

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

$$t_1 = 1650 \text{ °C};$$

$$t_2 = 1150 \text{ °C};$$

$$t_3 = 850 \text{ °C};$$

$$t_4 = 650 \text{ °C};$$

$$t_5 = 300 \text{ °C};$$

$$t_6 = 100 \text{ °C}.$$

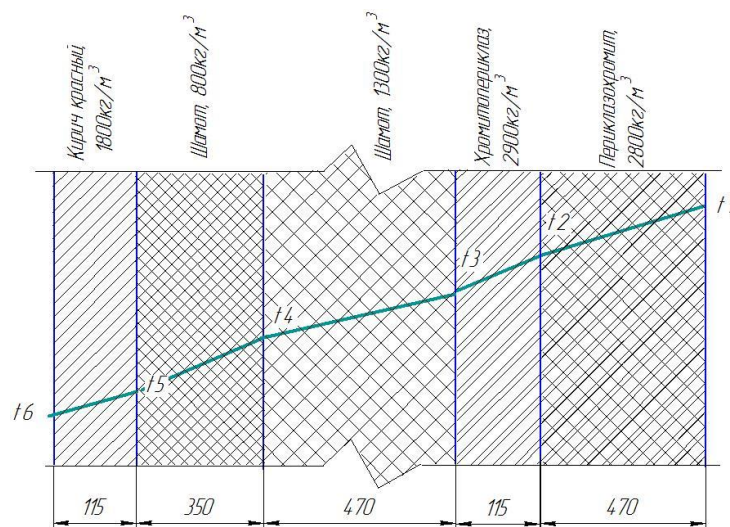


Рисунок 6 – Разрез футеровки стены на 20–31позициях

$$\lambda_{cp1} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1650 + 1150}{2} = 2,89 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{1150 + 850}{2} = 1,65 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{850 + 650}{2} = 0,75 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{650 + 300}{2} = 0,41 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp5} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{300 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр20-31} = \frac{(1650 - 100) \cdot 158,4 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{2,89} + \frac{0,115}{1,65} + \frac{0,470}{0,75} + \frac{0,350}{0,41} + \frac{0,115}{0,57} + \frac{1}{15}} = 485429 \text{ кДж.}$$

Потери через свод:

Позиция 1-10, L=30 м (рисунок 7)

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

$$t_1 = 510 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 200 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

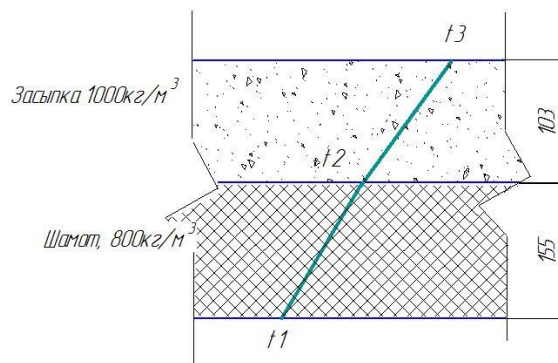


Рисунок 7 – Разрез футеровки свода на 1-10 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{510 + 200}{2} = 0,36 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{200 + 80}{2} = 0,30 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр1-10} = \frac{(510 - 80) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,36} + \frac{0,103}{0,30} + \frac{1}{15}} = 205625 \text{ кДж.}$$

Позиция 11–19, L = 27 м (рисунок 8)

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

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

$$t_2 = 500 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

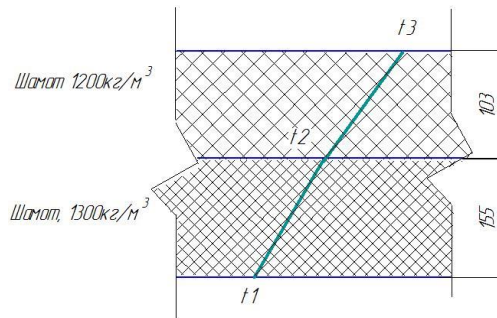


Рисунок 8 – Разрез футеровки свода на 11–19 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{1000 + 500}{2} = 0,46 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{500 + 100}{2} = 0,75 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр11-19} = \frac{(1000 - 100) \cdot 86,4 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,76} + \frac{0,103}{0,46} + \frac{1}{15}} = 654768 \text{ кДж}.$$

Позиция 20–31, L = 36 м (рисунок 9)

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

$$t_1 = 1600 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 800 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

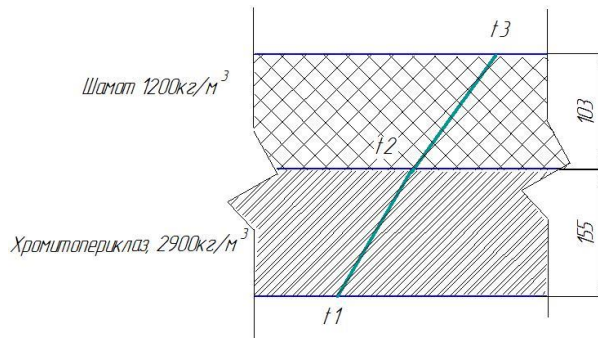


Рисунок 9 – Разрез футеровки свода на 20–31 позициях

$$\lambda_{cp1} = 2,8 - 0,00098t = 2,8 - 0,00098 \cdot \frac{1600 + 800}{2} = 1,65 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{800 + 100}{2} = 0,51 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр20-31} = \frac{(1600 - 100) \cdot 115,2 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{1,65} + \frac{0,103}{0,51} + \frac{1}{15}} = 1929014 \text{ кДж}.$$

Общее количество теплоты:

$$\sum Q_{\text{окр1}} = 24765 + 21777 + 207912 + 485429 + 205625 + 654768 + 1929014 = 3529290 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на нагрев транспортных устройств:

$$Q_{mp} = G'_{\phi} (C'_{\kappa} t_{\kappa1} - C'_n t_n) + G''_{\phi} (C''_{\kappa} t_{\kappa2} - C''_n t_n) + G'''_{\phi} (C'''_{\kappa} t_{\kappa3} - C'''_n t_n), \quad (26)$$

$$C'_{\kappa} = m_1 \cdot V, \quad (27)$$

где m_1 – масса 1-го слоя (ПХР), 5100 кг; V – скорость движения вагонетки:
 $V = n/\tau = 52/62,4 = 0,83$ 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:

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

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

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{\text{неуч}} = (0,05 - 0,1) Q_{\text{прих}} = 0,1 \cdot 209548 \cdot V = 20955 \cdot V. \quad (28)$$

$$Q_{\text{расх}} = 94985829 + 59886 + 18161 \cdot V + 10146537 + 3529290 + 20955 \cdot V = \\ = 39116 \cdot V + 108721542$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$$

$$209401 \cdot V = 39116 \cdot V + 108721542$$

$$39116 \cdot V = 108721542$$

$$V = 638,5 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Зона охлаждения

Приход тепла [5]

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

$$Q_M = 4,187 \cdot P_{CM} \cdot C_M \cdot t_{п}, \quad (29)$$

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, 1650 °С.

$$Q_M = 4,187 \cdot 10974 \cdot 0,302 \cdot 1650 = 22895957 \text{ кДж.}$$

Тепло выносимое футеровкой вагонетки

$$Q_{\phi} = 4,187 \cdot G_{\phi} \cdot C_{\phi} \cdot t_{\phi}, \quad (30)$$

где G_{ϕ} – вес футеровки вагонетки, 11270 кг; C_{ϕ} – теплоемкость вагонетки при средней температуре, 0,831 кДж/кг·град; t_{ϕ} – температура вагонетки, 1100 °С.

$$Q_{\phi} = 4,187 \cdot 11270 \cdot 0,831 \cdot 1100 = 43126085 \text{ кДж.}$$

Физическое тепло воздуха, нагнетаемого в зону охлаждения

$$Q_B^{\circ} = V_B^{\circ} \cdot i_B^{\circ} \quad (31)$$

где V_B° – объем воздуха, подаваемого на охлаждение материалов; i_B° – теплосодержание воздуха, подаваемого на охлаждение материалов, $i_B^{\circ} = 125,34 \text{ кДж/м}^3$.

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

$$Q_{\text{прих}} = Q_M + Q_{\phi} + Q_B^{\circ}. \quad (32)$$

$$Q_{\text{прих}} = 22895957 + 43126085 + 524,80 \cdot V_B^{\circ} = 66022042 + 524,80 \cdot V_B^{\circ} \text{ кВт.}$$

Расход тепла [5]

Позиция 32–37, $L = 18 \text{ м}$ (рисунок 10)

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

$$t_1 = 1300 \text{ °С};$$

$$t_2 = 800 \text{ °С};$$

$$t_3 = 700 \text{ °С};$$

$$t_4 = 400 \text{ °С};$$

$$t_5 = 250 \text{ °С};$$

$$t_6 = 100 \text{ °С.}$$

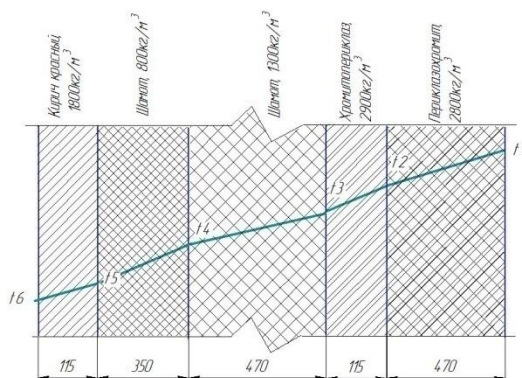


Рисунок 10 – Разрез футеровки стены на 32–37позициях

$$\lambda_{ср1} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1300 + 900}{2} = 3,10 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{900 + 700}{2} = 1,72 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{700 + 400}{2} = 0,71 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{400 + 250}{2} = 0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp5} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{250 + 100}{2} = 0,56 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр32-37} = \frac{(1300 - 100) \cdot 79,2 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{3,10} + \frac{0,115}{1,72} + \frac{0,470}{0,71} + \frac{0,350}{0,35} + \frac{0,115}{0,56} + \frac{1}{15}} = 184873 \text{ кДж.}$$

Позиция 38–41, L= 12 м (рисунок 11)

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

$$t_1 = 800 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 600 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 450 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 250 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

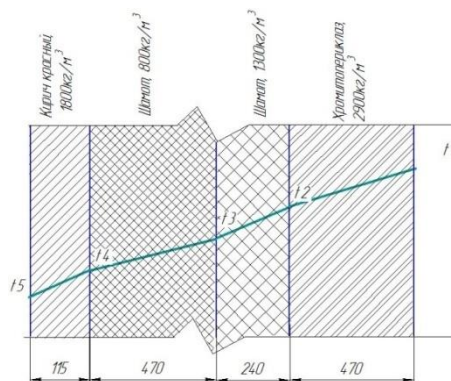


Рисунок 11 – Разрез футеровки стены на 38–41 позициях

$$\lambda_{cp1} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{800 + 600}{2} = 1,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 450}{2} = 0,70 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{450 + 250}{2} = 0,36 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{300 + 80}{2} = 0,55 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$Q_{окр38-41} = \frac{(800 - 100) \cdot 52,8 \cdot 4,187}{\frac{0,470}{1,76} + \frac{0,240}{0,70} + \frac{0,470}{0,36} + \frac{0,115}{0,55} + \frac{1}{15}} = 72736 \text{ кДж.}$$

Позиция 42–46, L = 15 м (рисунок 12)

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

$$t_1 = 600 \text{ °С};$$

$$t_2 = 400 \text{ °С};$$

$$t_3 = 240 \text{ °С};$$

$$t_4 = 80 \text{ °С}.$$

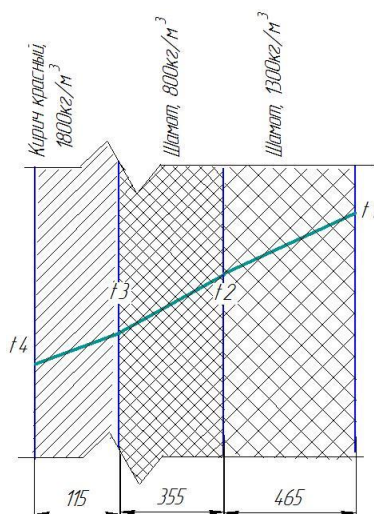


Рисунок 12 – Разрез футеровки стены на 42 – 46 позициях

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

$$\lambda_{\text{ср2}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{400 + 240}{2} = 0,35 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{240 + 80}{2} = 0,55 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{\text{окр42-46}} = \frac{(600 - 80) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,465}{0,7} + \frac{0,230}{0,35} + \frac{0,115}{0,55} + \frac{1}{15}} = 93024 \text{ кДж}.$$

Позиция 47–57, L=18 м (рисунок 13)

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

$$t_1 = 400 \text{ °С};$$

$$t_2 = 150 \text{ °С};$$

$$t_3 = 80 \text{ °С}.$$

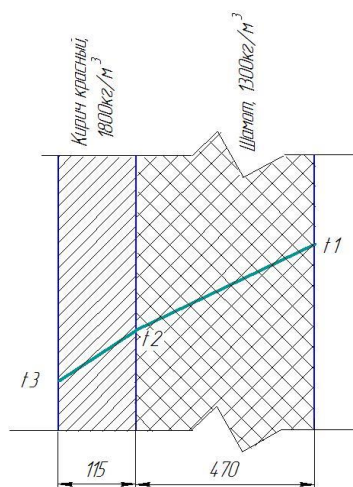


Рисунок 13 – Разрез футеровки стены на 42–57 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{400 + 150}{2} = 0,66 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{150 + 80}{2} = 0,53 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр47-57} = \frac{(400 - 80) \cdot 79,2 \cdot 4,187}{\frac{0,35}{0,66} + \frac{0,47}{0,53} + \frac{1}{15}} = 71518 \text{ кДж.}$$

Потери через свод:

Позиция 32–41, L=30 м (рисунок 14)

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

$$t_1 = 1000 \text{ °С};$$

$$t_2 = 500 \text{ °С};$$

$$t_3 = 100 \text{ °С}.$$

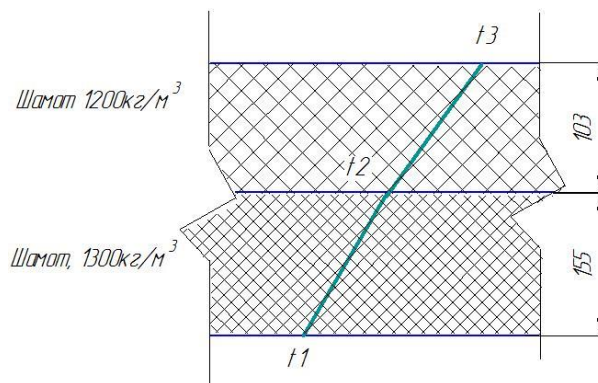


Рисунок 14 – Разрез футеровки свода на 32–41 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{1000 + 500}{2} = 0,75 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{500 + 100}{2} = 0,46 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр32-41} = \frac{(1000 - 100) \cdot 96 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,75} + \frac{0,103}{0,46} + \frac{1}{15}} = 727520 \text{ кДж.}$$

Позиция 42–46, L = 18 м (рисунок 15)

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

$$t_1 = 600 \text{ °С};$$

$$t_2 = 450 \text{ °С};$$

$$t_3 = 80 \text{ °С}.$$

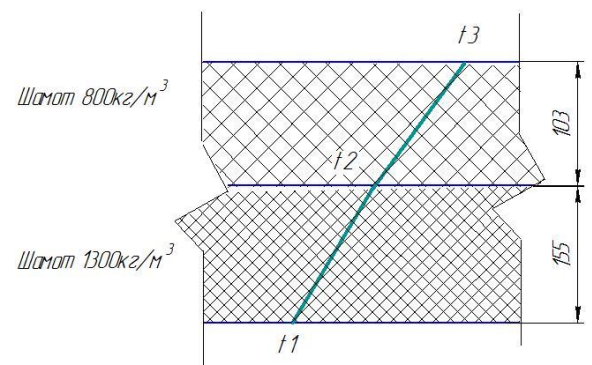


Рисунок 15 – Разрез футеровки свода на 42–46 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 450}{2} = 0,70 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{450 + 80}{2} = 0,36 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр42-46} = \frac{(600 - 80) \cdot 57,6 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,70} + \frac{0,103}{0,36} + \frac{1}{15}} = 194624 \text{ кДж.}$$

Позиция 47–57, L = 18 м (рисунок 16)

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

$$t_1 = 400 \text{ °C};$$

$$t_2 = 200 \text{ °C};$$

$$t_3 = 80 \text{ °C}.$$

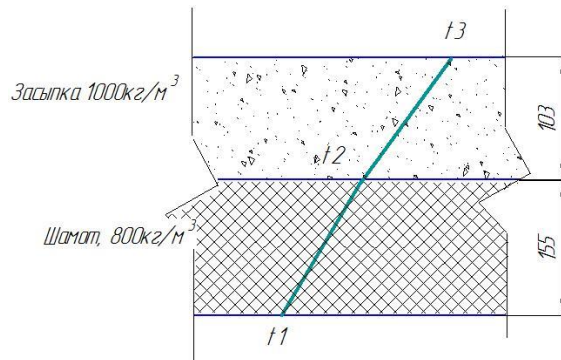


Рисунок 16 – Разрез футеровки свода на 47–57 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{400 + 200}{2} = 0,34 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{200 + 80}{2} = 0,30 \text{ Вт/м·град};$$

$$Q_{окр47-57} = \frac{(400 - 80) \cdot 57,6 \cdot 4,187}{\frac{0,155}{0,34} + \frac{0,103}{0,30} + \frac{1}{15}} = 89128$$

Общее количество теплоты:

$$\sum Q_{окр2} = 184873 + 72736 + 93024 + 71518 + 727520 + 194524 + 89128 = 1433423 \text{ кДж.}$$

Расход тепла на нагрев транспортных устройств определяем по формулам 27 и 28.

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

Тепло воздуха, отводимого на сторону:

$$Q_B^c = V_B^c \cdot t_B \cdot c_B, \quad (34)$$

где V_B^c – объём воздуха обираемого на сушку, $(50-60) \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{час}$; c_B – теплоёмкость

воздуха, $c_b=1,331$ кДж/м³·град; t_b —температура воздуха, $t_b = 250$ °С.

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

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{\text{неуч}} = 0,1 \cdot Q_{\text{прих}} = 0,1 \cdot (66022042 + 524,80 \cdot V_b) = 6602204 + 52,48 \cdot V_b \text{ кДж.} \quad (35)$$

$$Q_{\text{расх}} = 1433423 + 4224086 + 69661213 + 6602204 + 52,48 \cdot V_b = 81920926 + 52,48 \cdot V_b.$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$$

$$66022042 + 524,80 \cdot V_b = 81920926 + 52,48 \cdot V_b$$

$$V_b = 33661 \text{ м}^3/\text{час}$$

Составляем тепловой баланс всей печи, при $V = 638,5$ м³/час и $V_b = 33661$ м³/час

Таблица 26 – Тепловой баланс обжига ХПТ изделий

Приход	кДж	%	Расход	кДж	%
Тепло на горение топлива	$148710 \cdot V = 94857476$	43,6	Расход тепла на нагрев материала	94985829	43,7
Физическое тепло воздуха	$60838 \cdot V = 38845063$	17,9	Расход тепла на испарение влаги	59886	0,0
Тепло, вносимое обожженными изделиями	22895957	10,5	Потери тепла с уходящими продуктами горения топлива	$18161 \cdot V = 115957989$	5,3
Тепло, вносимое футеровкой вагона	43126085	19,8	Расход тепла на нагрев транспортирующих средств	10146537	4,7
Физическое тепло воздуха, нагнетаемого в зону охлаждения	$524,80 \cdot V_b = 17665292,8$	8,1	Потери тепла в окружающую среду	$3529290 + 1433423 = 4962713$	2,3
			Потери тепла с выходящими из печи вагонами	4224086	1,9

Окончание таблицы 26

Приход	кДж	%	Расход	кДж	%
			Тепло воздуха, отводимого на сторону	69661213	32,0
			Неучтенные потери	$20955 \cdot V + 6602204 + 52,48 \cdot V_{в} = 21752501$	10,0
			Невязка	+310	0,0
Итого	217389873	100,0	Итого	217389873	100,0

Вывод: таким образом, для получения хромитопериклазовых изделий в количестве 80000 тонн в год необходим природный газ Тюменского месторождения с составом: CH_4 – 94,0 %, C_2H_6 – 1,20 %, C_3H_8 – 0,70 %, C_4H_{10} – 0,40 %, C_5H_{12} – 0,20 %, N_2 – 3,30 %, CO – 0,20 %.

7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

7.1 Назначение систем автоматизированного управления туннельной печи

Система автоматизированного управления туннельной печи предназначена для [6]:

- 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.

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 [15].

7.2 Технические данные

Система автоматизации строится на базе измерительных, преобразующих, показывающих, регистрирующих, регулирующих и управляющих приборов. Все приборы выпускаются промышленностью серийно. Питание приборов электрической ветви ГСП осуществляется переменным током 220 В, 50 Гц

7.3 Состав технических средств

Температура в рабочем канале печи контролируется посредством термоэлектрических преобразователей ТХА и многоканальных приборов А-682 и ФЦЛ501.

Температура в топке теплогенератора контролируется посредством

термопары ТХА и одного из каналов вторичного прибора ФШЛ501. Сигнал о превышении температуры в топке выводится на щит контроля и управления 2ЩКУ, расположенный в помещении КИП. Температура в газопроводе и коллекторе воздуха перед горелкой контролируется с помощью монотрических термометров ТКП–100.

Местный контроль напора и разрежения осуществляется с помощью тягонапоромеров ТНМТ–52.

Сигнализация об отклонении напора и разрежения осуществляется посредством датчиков напора ДН и тяги ДТ.

Сигналы при отклонении выведены на щит 2ЩКУ.

Контроль факела в топке теплогенератора осуществляется прибором контроля пламени Ф34.2, установленном на щита 2ЩКУ, фотодатчик. ФД4 установлен в топке теплогенератора.

Дистанционный контроль разрежения в коллекторе дымовых газов над печью и давления в воздухопроводе, существующей печи, осуществляется посредством датчиков типа "САПФИР" и вторичного прибора А–542.

Дистанционный контроль расхода газа и отходящих дымовых газов осуществляется посредством датчиков перепада давления "САПФИР" вторичного прибора А–542.

Автоматическое регулирование температуры в указанных точках осуществляется посредством программируемого контроллера Р130–01–23, термопар ТХА и исполнительных механизмов МЭО. Автоматическое управление механизмами печи осуществляется посредством программируемого контроллера Р130–02–73.

В качестве источников входных сигналов используются датчики положения механизмов (SQ) и кнопочные посты (SB) на местах загрузки-разгрузки.

7.4 Устройство системы

Вторичные приборы, контроллеры, аппаратура управления и сигнализации располагаются на щитах 1ЩКУ и 2ЩКУ.

На щите 1ЩКУ располагаются приборы контроля, регистрации и регулирования.

На щите 2ЩКУ располагается аппаратура управления и сигнализация.

Щиты располагаются в помещении КИП, находящемся в осях А–ІЗ, на уровне пола отделения термообработки.

7.5 Регулирование температуры

Регулирование температуры в дистанционном режиме осуществляет оператор по приборам, со щита 1ЩКУ, ключами ISA2, 3SA2.

Регулирование температуры в автоматическом режиме выполняется контроллером PI30–0I–23.

Сигналы от термопар поступают в блок усиления-нормализации БУТ–10, после чего блок контроллера БК обрабатывает выходной сигнал управления на блок усиления БУМ–10.

Сигнал «больше–меньше» с БУМ–10 подается на исполнительные механизмы, воздействующие на регулирующие органы.

7.6 Управление механизмами

Управление механизмами в полуавтоматическом и автоматическом режиме осуществляет контроллер PI30–02–73, размещенный на щите 2ЩКУ.

В полуавтоматическом режиме контроль времени между циклами проталкивания осуществляет термообработчик (оператор). В процессе управления оператором и контроллером выполняются следующие операции:

– при аварийном отклонении одного или нескольких теплотехнических параметров от нормы в помещение КИП и на места загрузки-разгрузки подаются звуковые сигналы, расшифровка причины аварийного состояния дается с помощью световых табло на щите 2ЩКУ.

– при теплотехнических параметрах в норме, при готовности вагонетки к загрузке в печь, при готовности места разгрузки, к вагонетки из печи оператор посредством кнопочных постов с мест загрузки-выгрузки дает разрешение на

начало очередного проталкивания и цикла термообработки.

– при завершении предыдущего цикла и при наличии разрешения с мест загрузки-выгрузки начинается новый цикл термообработки.

Цикл термообработки в автоматическом режиме начинается с сброса датчиков положения механизмов и кнопочных постов. При состоянии механизмов, соответствующем исходному состоянию печи подается предупредительный сигнал в место загрузки-выгрузки. По прошествии 30 секунд с начала подачи сигнала подается управляющий сигнал на поднятие двери. При появлении сигнала о нахождении двери в верхнем положении подается управляющий сигнал на остановку двери и на движение толкателя загрузки вперед.

По истечении времени термообработки подается сигнал оператору

Оператор принимает решение о дальнейшей работе. Система ждет разрешения оператора на повторение цикла.

Разрешение на повторение цикла оператор подает с мест загрузки-разгрузки с кнопочных постов SB1, SB2 – после фактического выполнения операции «загрузки» и «разгрузки».

Все вышеперечисленные операции в автоматическом режиме выполняются под управлением контроллера PI30-02-73.

Сигналы о состоянии механизмов печи и мест загрузки-разгрузки поступают через модуль ввода дискретных сигналов (МВД) в блок (БК) где в соответствии со схемой соединений алгоблоков вырабатывается управляющий сигнал, передаваемый на усиление в блок усиления БУМ-10.

С выхода блока сигналы подаются на пусковую аппаратуру механизмов.

7. 7 Контроль и сигнализация

Независимо от контуров регулирования температуры работает автоматика безопасности. При отклонении давления газа или воздуха выше или ниже нормы осуществляется отсечка газа и подается световой и звуковой сигналы (звонок НА и световое табло на щите 2ЩКУ).

Положение переключающего и аварийного клапанов контролируется на щите 2ЩКУ. Положение механизмов контролируется на щите 2ЩКУ.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1 Негативные факторы и методы защиты от их воздействия

Внедрение комплексной механизации и автоматизации производственных процессов позволило не только обеспечить рост производительности труда, но и решить ряд важных социальных задач, связанных с повышением уровня безопасности вследствие ликвидации опасных и вредных производственных факторов. Определенному технологическому уровню соответствует и определенный уровень безопасности.

Безопасность процесса производства – это такие условия труда, при которых исключается влияние опасных производственных факторов на работающих.

При производстве порошка марки ППТИ в результате проведения технологического процесса на работающих могут воздействовать опасные и вредные физические производственные факторы, к которым можно отнести:

1) движущиеся машины (ленточные и винтовые конвейеры и т. д.) и механизмы, перечень которых велик (ременные передачи, валы, барабаны и т.д.) опасны тем, что могут затянуть придавить человека и нанести увечья;

2) повышенный уровень шума и вибрации. Шум считается удовлетворяющим нормативным требованиям ГОСТ 12.1.003-89, если уровень измеряемого звукового давления не будет выше 80 дБ А. Естественно, что для работ, отличающихся по характеру и напряженности труда;

3) недостаточная освещенность рабочей зоны. Большое значение имеет рациональное освещение производственных территорий. С увеличением освещенности до санитарных норм усиливается острота зрения, точность работы. При правильном освещении обличается труд рабочего, снижается опасность травматизма. Гигиена труда требует максимального использования естественного освещения, так как дневной свет лучше воспринимается органами зрения;

4) повышенная или пониженная температура воздуха производственных помещений. Метрологические условия производственной среды определяются

температурой воздуха, его влажностью, скоростью движения, а также степенью излучения от нагретых поверхностей технологического оборудования. Эти условия сильно влияют на процессы в организме человека. При высокой температуре внешней среды не редко наступает тепловой удар, большая влажность воздуха также усиливает перегрев организма человека. При больших скоростях воздушных потоков создаются сквозняки, неблагоприятно действующие на живой организм [16].

Проектируемое производство относится к категории работ средней тяжести, оптимальные нормы воздуха в рабочей зоне производственных помещений согласно ГОСТ 12.1005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» в холодный и переходный период года, при среднесуточной температуре ниже $+10^{\circ}\text{C}$ – ($+ 17-19^{\circ}\text{C}$); а в теплый (среднесуточная температура выше $+10^{\circ}\text{C}$) – ($+ 20-21^{\circ}\text{C}$);

5) повышенная запыленность и загазованность. Основным видом вредности при получении порошков является пыль исходных материалов, промежуточных продуктов и готовых порошков. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно-допустимых концентраций (ПДК). Для сырого магнезита, порошка магнезитового каустического – 10 мг/м^3 , которые относятся по степени воздействия на организм человека к четвертому классу опасности (вещества малоопасные).

Пыль можно отнести не только к физически опасным и вредным факторам, но и к раздражающим химическим производственным факторам, так как попадает в организм через дыхательные пути. Основное заболевание, вызванное содержанием в пыли веществ: соли магния, оксидом кремния – силикоз;

б) электрический ток также выступает как опасный и вредный производственный фактор. Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи. Сила тока, проходящая через тело человека, зависит от ряда факторов: схемы замыкания цепи, напряжение цепи, схемы самой сети, степени изоляции токоведущих частей от земли и сопротивления. Наиболее типичными являются два случая замыкания цепи тока через

тело человека: когда человек прикасается одновременно к двум проводам, и когда он прикасается к одному из проводов, при наличии электрической связи между сетью и землей.

Применительно к сетям переменного тока первую схему называют двухфазным прикосновением, вторую – однофазным. Существенное значение имеет также соприкосновение с токоведущими частями. На теле человека имеются точки уязвления, получившие название электрорецепторов. В случае проникновения электрода к наиболее уязвимой точке болевое ощущение резко возрастает, иногда им сопутствует головная боль и мерцание перед глазами, возможен смертельный исход;

7) пожар – опасный производственный фактор, так как неконтролируемый процесс горения сопровождается уничтожением материальных ценностей и создает для жизни людей опасность [16].

Согласно ГОСТ 12.4.011–75 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация», средства защиты работающих по характеру применения подразделяют на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

Оградительные средства являются мерой защиты от воздействия механических факторов, высоких и низких температур, шума, вибрации, поражения электрическим током. Они должны исключить возможность несчастных случаев при обслуживании машин, агрегатов, механизмов и при осуществлении технологических операций.

Ограждению подлежат все движущиеся и вращающиеся части механизмов, ременные и другие гибкие передачи, токоведущие части оборудования, к которым во время эксплуатации может прикоснуться человек, открытые проемы, люки, лестницы. Оградительные средства должны быть простыми, удобными и надежными, иметь гладкие поверхности без острых выступающих частей. Их конструкция должна обеспечивать возможность снятия при осмотре и ремонте, а также быструю установку на место [16].

Очень важным являются мероприятия по защите от воздействия шума и

вибраций. Наиболее эффективным способом защиты является звукоизоляция рабочих мест. В качестве звукоизолирующего материала используют толстую, плотную каменную стену, являющуюся лучшим изолятором звука. Так кирпичная стена толщиной 120 мм обеспечивает снижение звука на высоких частотах более чем на 60 дБА.

Описанные выше мероприятия для защиты достаточно эффективны, но особо следует подчеркнуть важность контроля, правильной эксплуатации и своевременного ремонта машин и оборудования. Для обеспечения нормальной круглогодичной работы во всех производственных помещениях используют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые приемы (боковое) и световые фонари (верхнее) в крыше зданий. Искусственное освещение осуществляется путем применения различного рода светильников. Оно подразделяется на общее и местное.

Искусственное освещение будем осуществлять дуговыми ртутными лампами ДРЛ–200.

Для поддержания необходимых температур воздуха рабочей зоны используют отопительные системы. В качестве дополнительных средств можно использовать обогреватели. Но в проектируемом производстве есть места с повышенной температурой воздуха – рабочее место обжигальщика, комфортность, которых необходимо разрабатывать. Обычно в этих условиях устанавливают пост управления с теплозащитой стен (как правило, тоже толстые кирпичные стены), но с двойными стеклами на оконных проемах и с кондиционированием воздуха – установкой кондиционера за звукоизолирующей перегородкой.

К коллективным мерам защиты от поражения электрическим током относятся: защитное заземление корпусов электрооборудования, автоматическое защитное отключение.

Защитное заземление выполняется при помощи специально сооружаемых искусственных и естественных заземлителей. Заземлитель – это проводник или группа проводников, находящихся в непосредственном соединении с землей. Естественные заземлители бывают в виде подземных свинцовых оболочек кабелей,

металлических конструкций зданий, сооружений, надежно соединенных с землей, а также различных трубопроводов, проложенных в земле. Обычно производится обработка почвы с целью снижения ее сопротивления. Материалами для обработки служат поваренная соль, предварительно растворенная в воде; шлак, смоченный водой; раствор глины.

Путем быстрого отключения поврежденной установки от сети может быть ликвидирована опасность поражения током. Защитное отключение – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током. Оно является более надежным способом защиты конструктивных частей электрооборудования при помощи автоматических выключателей или контактов, снабженных специальным реле освещения.

Предупреждение пожаров также является важным мероприятием, а именно, пожарная профилактика, направленная на установление строго соблюдения работниками требований правил, норм и инструкций по технике безопасности, тщательную подготовку мест проведения огневых работ и организацию контроля за их проведением.

При проведении ремонтных работ на технологических агрегатах с оборудования необходимо удалять смазочные и другие горючие жидкости и материалы, Перед началом ремонтных работ необходим противопожарный инструктаж всех рабочих, непосредственно участвующих в ремонте. Обязательно обеспечение мест средствами пожарной безопасности: огнетушители пенные ОП–5, воздушно-пенные – ОВП–5 и ОВП–10, углекислотные ОУ–2, ОУ–5, ОУ–8, углекислотно-бромэтиловые ОУБ–3 и ОУБ–7; из возимых на тележках применяют одно- и двухбаллонные углекислотные огнетушители УП–1М и УП–2М. Очень важным средством является сигнализация – непременно принадлежность всех защитных устройств. Она может быть предупредительной, аварийной и контрольной. Все устройства должны быть в местах видимости и слышимости обслуживающего персонала.

Немаловажное значение имеют сигнальные цвета и знаки безопасности, ко-

торые привлекают внимание трудящихся. Сигнальные цвета и знаки безопасности регламентируются ГОСТ 12.4.026–75 «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности». Установлены следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления контраста сигнальные цвета следует применять на определенном фоне. Поэтому, их располагают так, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимание работающих и сами по себе не представляли опасности.

Еще одной мерой защиты от воздействия вредных производственных факторов, а именно пыли, является вентиляция, которая подразделяется на естественную (аэрация) и механическую (искусственная).

Естественную вентиляцию осуществляют за счет разности температур воздуха снаружи и внутри помещения или под действием ветра. Аэрация обладает высокой эффективностью, обеспечивая высокую кратность воздухообмена независимо от объема помещения, чего практически невозможно достичь путем применения искусственной вентиляции.

Аэрацию осуществляют таким образом, чтобы воздухообмен охватывал все участки рабочей зоны. С этой целью вытяжные фонари устанавливают в самой верхней части, а отверстия для протока воздуха – в нижней части стен здания. Нагретый от оборудования воздух поднимается вверх и удаляется через вытяжные отверстия фонарей. Приточные и вытяжные отверстия выполняют свободными, чтобы обеспечить беспрепятственное поступления и вытяжку воздуха из помещения. Основное назначение вентиляции – поддержание концентрации вредных производственных факторов в рабочей зоне на уровнях, не превышающих предельно допустимые.

Средства индивидуальной защиты предназначаются для предохранения рабочих от воздействия опасных и вредных производственных факторов: электрического тока, газами и пылью воздуха, подающих предметов и т. д. [16].

К средствам индивидуальной защиты относятся: спецодежда, спецобувь, средства защиты рук, органов дыхания, глаз и головы. Средства индивидуальной защиты должны отвечать физиолого-гигиеническим и эксплуатационным требованиям: быть безвредными, удобными и надежными в работе, обеспечивать

хорошую влаго- и воздухопроницаемость; легко очищаться от загрязнений; сохранять свои защитные свойства после чистки.

Для предупреждения попадания вредных веществ в организм человека необходимо пользоваться средствами защиты органов дыхания. В рабочих помещениях при загрязнении воздуха вредными веществами применяют различного рода респираторы: «Лепесток», «Астра-2», «У-2» и в особых случаях противогазы: РМП-62, ПШ-1 и т.д. Для защиты органов зрения от механических травм, термических ожогов и повреждений лучистой энергией рабочие пользуются предохранительными очками или предохранительными щитками. Очки используются открытого и закрытого типа. Для индивидуальной защиты работающих от резкого или продолжительного воздействия шума можно применять противорезины: наушники, шлемы, заглушки, обеспечивающие ослабление шума до уровня не превышающего допустимый. Различаются три типа антифонов: наушники, закрывающие всю ушную раковину; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой канал, и шлемы, закрывающие часть головы и ушную раковину. Средства индивидуальной защиты органов слуха подбирают согласно ГОСТ 12.4.051-78 «Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические условия». На работах, связанных с опасностью повреждения головы, в качестве защитного средства применяют различные каски из пластмассы, полиэтилена и дюралюминия. К средствам защиты головы относятся также косынки, колпаки, шапочки. Наиболее распространенными средствами защиты рук являются: рукавицы и перчатки. Выбор используемых тканей для защиты осуществляется согласно ГОСТ, в соответствии с выполненной работой и видом производства.

8.2 Охрана окружающей среды

Основное направление, обеспечивающее охрану природы является создание малоотходных и безотходных производств путем разработки новых процессов получения огнеупорных материалов без образования отходов; создания бессточных технологических производств на основе очистки сточных вод;

разработки и внедрения системы переработки отходов производства, которые могут рассматриваться как вторичные огнеупорные ресурсы. В огнеупорной промышленности перерабатывают разнообразные сырьевые материалы, часть которых в процессе производства неизбежно попадает в окружающую среду. Кроме того, предприятие загрязняют окружающую среду пылью, отходящими газами, содержащими CO_2 , CO , CH_4 и т. д., а также сточными водами, в которых находятся взвешенные частицы твердого вещества, отработанное масло и т. д. Концентрации указанных веществ как в воздухе, так и в сточных водах не должны превышать предельно допустимой нормы [14].

Каждое огнеупорное предприятие должно иметь отдельные системы водоснабжения по «чистому» и «грязному» циклам. «Чистые» оборотные циклы служат для потребителей, использующих воду на охлаждение оборудования, в процессе которого вода не загрязняется. «Чистый» оборотный цикл работает по схеме: нагретая вода → охлаждение на градирне → потребитель.

В «грязные» оборотные циклы поступают стоки после уборки помещений и промывки технологического оборудования. Схема очистки «грязного» цикла такова:

емкость → накопитель стоков → коагулирующие смесители → отстойник (очистка от шлама) → фильтры (очистка от масел) → песчаные фильтры → сборный резервуар → потребитель.

Для удаления из вод взвешенных веществ применяют механические методы: отстаивание, фильтрование, осадки и др. Мелкодисперсные и коллоидные примеси удаляют с помощью коагулянтов и флокулянтов. Удаление трудноосаждаемых частиц производят с помощью фильтров с сетчатыми элементами или зернистым слоем. В качестве фильтрующего материала в последних применяют кварцевый песок, дробленый гравий и т. д. Для удаления мелких твердых частиц используют также процесс флотации. Образующие осадки уплотняют, обезвоживают и отправляют на переработку. Обезвоживание проводят с помощью вакуум-фильтров, которые снижают влажность осадка с 86–88 до 59–58 %.

Описанные циклы – это идеальный вариант, по которому должно работать

предприятие, позволяющий не только экономить водные ресурсы, но и вести правильную очистку сточных вод оборотного водоснабжения.

При производстве порошка в окружающую среду попадает высокодисперсная пыль. Отходящие газы из печей являются запыленными из-за уноса обжигаемого материала, поэтому для снижения запыленности воздуха не достаточно герметизации всех технологических аппаратов и узлов пересыпки огнеупорных материалов, для этого применяют очистку отходящих газов.

В качестве (трубой) предварительной очистки дымовых газов в ЦОМП используется групповой циклон. Выбор циклона в качестве первой ступени очистки достаточно эффективен. Так, например, в случае отключений электрофильтров по каким-либо причинам, не допустим значительный выброс газов в атмосферу, поскольку предвключенная ступень обычно обеспечивает эффективность пылеулавливание до 80 %.

Циклоны, показанный на рисунке 17, представляют собой простейшие пылеуловители, в которых используется центробежная сила, развивающаяся при вращательно-поступательном движении газового потока, благодаря чему частицы пыли отбрасываются к стенке циклона и вместе с некоторым количеством газов отводятся в бункер. Попавшая в бункер часть газов, освободившись от пыли, полностью всасывается через центральную часть пылеотводящего отверстия, давая начало внутреннему вихрю чистого газа, покидающего циклон. От входящих в бункер газов частицы отделяются под действием сил инерции при перемене направления движения газов на 180° . Это не вызывает значительного увеличения выноса пыли в выхлопную трубу, так как распределенный по значительному отрезку длины циклона газ перетекает с небольшой скоростью, недостаточной для противодействия движения частиц к периферии циклона, большее влияние на степень очистки газов оказывает их движение в области пылеотводящего отверстия, навстречу ссыпавшейся пыли.

В принципе, циклоны могут нормально работать при любом их положении в пространстве, но они чрезвычайно чувствительны к подсосам через бункер из-за увеличения объемов газов, двигающихся навстречу пыли.

Область циклонного процесса, или зона улавливания пыли, расположена между обрезом выхлопной трубы и пылеотводящим отверстием циклона. Часть этой зоны занимает конусный патрубок, в котором оканчивается циклонный вихрь. В цилиндрической части циклона (без конусного патрубка) циклонный вихрь опирается на пылевой слой в бункере аппарата. При этом частицы вторично уносятся из бункера, то есть происходит явление, аналогичное действию атмосферных вихрей на предметы, находящиеся на поверхности земли.

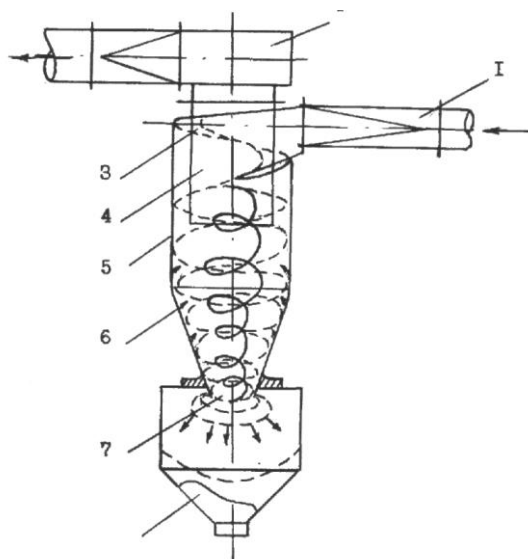


Рисунок 17 – Схема движения газа в циклоне типа ЦН

1 – выходной патрубок; 2 – улитка для вывода очищенного газа; 3 – винтообразная крышка; 4 – выхлопная труба; 5 – цилиндрическая часть циклона; 6 – коническая часть циклона; 7 – отверстие для выпуска пыли; 8 – бункер

Технические характеристики циклонов указаны в таблице 27.

Таблица 27 – Техническая характеристика циклонов

Наименование	Показатели	
	ЦН-15	ЦН-24
Угол наклона крышки и входного патрубка, градус	15	24
Внутренний диаметр, мм	700	1200
Высота входного патрубка, мм	462	1332
Ширина входного патрубка, мм	1218	2532
Высота выхлопной трубы, мм	140	240

Окончание таблицы 27

Наименование	Показатели	
	ЦН-15	ЦН-24
Высота цилиндрической части корпуса, мм	1582	2532
Высота конуса, мм	1400	2100
Наружный диаметр выхлопной трубы, мм	420	720
Высота внешней части выхлопной трубы, мм	210	480
Длина входного патрубка, мм	420	720
Внутренний диаметр пылеспускного отверстия, мм	280	480
Высота установки фланца, мм	224	384
Общая высота циклона, мм	3192	5112
Диаметр бункера, мм	1050	1800
Высота бункера, мм	1680	2880
КПД, %	75 – 80	75 – 80

Не уловленная циклоном тонкодисперсная пыль может быть уловлена электрофильтрами. Установка только электрофильтров, исключая использование циклона, даже при достижении относительно высокой эффективности не всегда обеспечивает санитарные нормы очистки дымовых газов, в то время как при установке предварительной ступени очистки, хотя бы общая степень очистки повышается всего на несколько процентов, обеспечиваются допустимые нормы остаточной концентрации уноса в очищенном газе.

В электрофильтрах происходит вторая стадия очистки. Техническая характеристика электрофильтра типа ЕКЕ1 24/12/3х8–6/250А указана в таблице 28.

Таблица 28 – Техническая характеристика электрофильтра типа ЕКЕ1 24/12/3х8–6/250А (три поля)

Наименование	Показатели
Активная площадь, м ²	73

Окончание таблицы 28

Наименование	Показатели
Материал осадительных электродов	Ст.3
Расстояние между осадительными электродами, мм	275
Диаметр коронирующих электродов, мм	4x4
Расстояние между коронирующими электродами, мм	275
Активная длина коронирующих электродов, п/м	2000
Степень улавливания пыли, %	98
Количество дымовых газов, Нм ³ /час	238–250 тыс.

8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций

В технологических процессах всегда есть вероятность существования пожаровзрывоопасной среды, например образование взрывоопасных смесей при утечке природного газа в атмосферу, вынос в производственные помещения мелкодисперсной пыли в результате неправильной работы технологических агрегатов. Анализируя существующие методы предотвращения аварий, легко увидеть, что вся современная техника взрывопожаробезопасности основывается на трех основных принципах предотвращения воспламенения и взрыва.

Первый важнейший принцип, позволяющий полностью разрешить проблемы, состоит в исключении возможности образования взрывоопасной среды. Он охватывает такие методы, как предотвращение утечек горючего газа и его движения в направлениях, не предусмотренных технологическим процессом и т. д.

Однако в ряде случаев нельзя гарантировать реализацию первого принципа, например, при невозможности полностью исключить утечку газа. Тогда для обеспечения взрывоопасности принимают меры к исключению возможности возникновения источников воспламенения взрывоопасной среды, предотвращения возникновения импульсов, способных инициировать горение, то есть поджечь существующую заведомо взрывоопасную среду (второй принцип). В тех случаях, когда нельзя считать безусловно невозможным образование

взрывоопасной среды и появление импульса, способного ее поджечь, взрывоопасность технологических процессов обеспечивается использованием такого оборудования, при котором очаг горения в случае его воспламенения будет локализован в пределах агрегатов или газопроводов, способных выдержать последствия сгорания внутри них (третий принцип).

Существует много способов и приемов обеспечения пожаровзрывобезопасности технологических процессов и оборудования, однако все они сводятся к реализации какого-то одного или нескольких главных принципов взрывобезопасности. Важнейшим элементом профилактической работы по планам ликвидации аварии является обучение персонала. Формы обучения специфичны ввиду специальных занятий и аварийных тревог. Порядок их проведения и график (очередности) утверждает главный инженер [16].

Цеховые планы в ликвидации аварии и мероприятий по защите производственного персонала предприятия и гражданского населения, прилегающих районов, со всеми приложениями должны находиться у главного инженера, диспетчера предприятия, начальника пожарной части, начальника газоспасательной службы и начальника цеха.

При возникновении чрезвычайных ситуаций на объекте, персонал, специализированный на тушении пожара и ликвидации аварий, должен быть готовым к быстрым и эффективным действиям по пересечению распространения пожара или аварии, их ликвидации и к оказанию помощи людям, оказавшимся в зоне аварий. Персонал должен действовать в соответствии с типовым или индивидуальным планом ликвидации аварии. План мероприятий по спасению людей и ликвидации аварии на производстве указан в таблице 29.

Таблица 29 – Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии

Номера позиций, виды аварий и места их возникновения	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Лица ответственные за выполнение мероприятий	Место нахождения спасения людей	Действия ГСС пожарной и медицинской части
1. Поврежден надземный газопровод или подземный межцеховой газопровод со значительны выделением газа	1. Удалить людей из опасной зоны, сообщить оператору газового цеха. 2. Сообщить диспетчерам или начальникам смен цехов потребителей 3. Отключить газопотребляющие агрегаты от поврежденного участка газопровода 4. Выставить посты, не допускать возникновения очагов огня, прекратить движение транспорта и огневые работы ближе 50м 5. Отключить поврежденный участок задвижками и стравить давление газа через свечи	Первый заметивший аварию, газовщик Диспетчер газового цеха Персонал цеха-потребителя по команде оператора газового цеха Газовщики, мастер газ. Цеха Те же.	В аварийных шкафах цехов-потребителей, у дежурных ГСС и газовщиков	Газоспасатели обследуют территорию и выводят людей из опасной зоны
2. Загорание эл.проводки или эл. приводов на ГРУ или газовой разводке печей, котлов	1. Сообщить оператору газового цеха, диспетчеру или начальнику, удалить людей. 2. Отключить эл.питание схемы, где произошло загорание.	Первый заметивший аварию, обжигальщик, газовщик Дежурный электрик цеха-потребителя	Средства пожаротушения на пожарных щитах в цехах-потребителях	Газоспасатели обследуют поврежденный участок, спасают пострадавших и оказывают помощь Пожарная часть тушит
3. Поврежден надземный газопровод или подземный межцеховой газопровод со значительны выделением газа	1. Удалить людей из опасной зоны, сообщить оператору газового цеха. 2. Сообщить диспетчерам или начальникам смен цехов потребителей 3. Отключить газопотребляющие агрегаты от поврежденного участка газопровода	Первый заметивший аварию, газовщик Диспетчер газового цеха Персонал цеха-потребителя по команде оператора газового цеха	В аварийных шкафах цехов-потребителей, у дежурных ГСС и газовщиков	Газоспасатели обследуют территорию и выводят людей из опасной зоны

Продолжение таблицы 29

Номера позиций, виды аварий и места их возникновения	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Лица ответственные за выполнение мероприятий	Место нахождения спасения людей	Действия ГСС пожарной и медицинской части
	4. Выставить посты, не допускать возникновения очагов огня, прекратить движение транспорта и огневые работы ближе 50м 5. Отключить поврежденный участок задвижками и стравить давление газа через свечи	Газовщики, мастер газ. Цеха Те же.		
4. Загорание эл.проводки или эл. приводов на ГРУ или газовой разводке печей, котлов	1. Потушить загорание углекислотными, порошковыми огнетушителями или песком	Обжигальщик, газовщик, деж. электрик	Средства пожаротушения на пожарных щитах в цехах-потребителях	загорание
3. Поврежден газопровод в помещении цеха-потребителя со значительным выделением газа	1. Сообщить оператору газового цеха, начальнику смены цеха-потребителя. 2. Выставить посты, удалить людей из опасной зоны, отключить печи от	Первый заметивший аварию Обжигальщик, газовщик	В аварийных шкафах цеха-потребителя, у дежурных ГСС и газовщиков	Газоспасатели и обследуют помещение цеха. Спасают пострадавших и оказывают помощь
	поврежденного участка. 3. Включиться в газозащитную аппаратуру, закрыть задвижку перед поврежденным участком. Стравить давление газа через свечу. Создать усиленную вентиляцию	Обжигальщик, газовщик, нач. смены цеха-потребителя, мастер газового цеха		
4. Пожар на газовом оборудовании или на газопроводе в помещении цеха потребителя	1. Сообщить оператору газового цеха, нач. смены цеха потребителя 2. Выставить посты, удалить посторонних людей, отключить печи от поврежденного участка	Первый заметивший аварию Обжигальщик, газовщик Обжигальщик, газовщик,	Средства пожаротушения на пожарных щитах Инструмент в аварийных шкафах	Газоспасатели и обследуют помещение цеха Спасают пострадавших и оказывают помощь

Продолжение таблицы 29

Номера позиций, виды аварий и места их возникновения	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Лица ответственные за выполнение мероприятий	Место нахождения спасения людей	Действия ГСС пожарной и медицинской части
	<p>3. Снизить давление газа в газопроводе до миним., но не ниже 50 мм. вод.ст. задвижкой перед местом аварии, ориентируясь длиной пламени Охлаждать разогретые конструкции, сбить пламя с газопровода: огнеупорной глиной, войлоком, асбестовым полотном, огнетушителем. Закрывать полностью задвижку и открыть продувочную свечу на этом участке</p>	<p>нач. смены мастер газового цеха Те же</p>		<p>Охлаждение разогретых конструкций производить паром или водой</p>
<p>5. Отключение эл.энергии на тепловом агрегате</p>	<p>1. Проверить срабатывание ГОК, если не сработал, отсечь газ вручную 2. Закрывать рабочую и контрольную задвижки на горелке, открыть свечу безопасности 3. Сообщить оператору газового цеха, диспетчеру цеха потребителя</p>	<p>Дежурный газовщик, обжигальщик Те же Те же</p>	<p>В аварийных шкафах цехов, у дежурных газовщиков и ГСС</p>	<p>Не требуется</p>
<p>6. Образование СО в помещениях цеха-потребителя, выше предельно</p>	<p>1. Сообщить обжигальщику, начальнику смены, ГСС. 2. Удалить людей, создать усиленную вентиляцию, при содержании СО больше нормы работать в КИП 3. Выявить причину образования СО и устранить ее</p>	<p>Первый обнаруживший признаки СО Начальник смены цеха-потребителя, обжигальщик</p>	<p>Средства защиты в аварийных шкафах</p>	<p>Газоспасатели берут воздух на анализ. Обследуют помещение и выводят людей из опасной зоны</p>

Продолжение таблицы 29

Номера позиций, виды аварий и места их возникновения	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Лица ответственные за выполнение мероприятий	Место нахождения спасения людей	Действия ГСС пожарной и медицинской части
7. Предотвращение взрыва газа в топках печей и котлов.	1. При розжиге пользоваться только запальником. 2. Задвижку открывать только после поднесения к горелке горящего запальника. Обеспечить минимальное поступление воздуха для горения, исключая отрыв пламени	Мастер смены, опера топ котла, обжигальщик Те же	Там же	Не требуется
8. Взрыв газовой смеси в топке котла или печи	1. Прекратить подачу газа на горелку аварийной кнопкой или ближайшей задвижкой, к которой можно подойти 2. Закрывать рабочие задвижки перед горелками и открыть свечи безопасности между ними 3. Удалять людей из опасной зоны, оказать помощь пострадавшим 4. Сообщить оператору газового цеха 5. Проветрить помещение открытием окон, дверей. 6. Проверить целостность газопроводов, арматуры, оборудования вблизи от места взрыва	Обжигальщик, машинист котла. Начальник смены цеха-потребителя.	Средства пожаротушения на пожарных щитах цеха-потребителя, в ГРП, инструмент в аварийных шкафах	Газоспасатели обходят помещение спасают людей, оказывают помощь

Окончание таблицы 29

Номера позиций, виды аварий и мест их возникновения	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Лица ответственные за выполнение мероприятий	Место нахождения спасения людей	Действия ГСС пожарной и медицинской части
9. Пожар на технологическом оборудовании: галерея транспортировки материала, эл.установки, АБК.	1. Сообщить диспетчеру цеха 2. Тушить пожар подручными средствами в первоначальной стадии загорания, если это не угрожает жизни людей 3. Вызвать по телефону пожарную команду и скорую медицинскую помощь. Произвести отключение эл. энергии на объекте загорания	Первый заметивший Нач.смены, персонал смены Диспетчер отделения Дежурный эл. персонал	На пожарных щитах	Выставить члена смены для встречи пожарной команды и скорой помощи Оказать помощь в тушении пожара
10. Поражение персонала эл. током	1. Освободить пострадавшего от воздействия эл. тока, отключить эл. энергию от участка где произошло поражение 2. Сообщить диспетчеру отделения и нач. смены 3. Оказать первую помощь пострадавшему 4. Сообщить о ЧП должностным лицам	Первый заметивший, деж. электрик Нач смены.	В аварийных шкафах	Выставить члена смены для встречи скорой помощи

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.

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 профдвижения.

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 месячной 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 [1].

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

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 изделий принят аналогичным режиму действующего производства, т.е. непрерывный, двухсменный, четырех бригадный, показанный в таблице 30.

Таблица 30 – 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

Продолжение таблицы 30

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 31.

Таблица 31 – Баланс рабочего времени

Показатели	Непрерывный режим работы
Календарное время ($T_{\text{кал}}$), дни	365
Выходные дни	182
Праздничные дни	10

Окончание таблицы 31

Номинальный фонд рабочего времени, дни	182
Невыхода всего в течение	50
– очередной отпуск, дни	42
– болезни, дни	5
– учебные отпуска, дни	2
– государственные обязанности, дни	1
Эффективный фонд рабочего времени ($T_{эфф}$), дни	305

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

$$K_{\text{спис}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{эфф}}} = \frac{365}{305} = 1,2. \quad (36)$$

Расчет явочного и списочного числа рабочих

На основании норм обслуживания оборудования проектируемого участка по производству изделий определяется перечень профессий и количество работающих на данном участке, указанные в таблице 32.

Таблица 32 – Расстановочная ведомость

Наименование профессии	Разряд	Час. тариф. ставка	Явочный штат	в том числе по		Коэф. спис. состава	Спис. состава
				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

Окончание таблицы 32

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:

$$K_{\text{яв}} = N_0 \cdot n \cdot m, \quad (37)$$

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

$$N_{\text{спис}} = N_{\text{яв}} \cdot K_{\text{спис}}, \quad (38)$$

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 32. 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.

$$\text{ФРВ} = T_p \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot R_{\text{яв}}, \quad (39)$$

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

$$\text{ФРВ}_{\text{сд}} = \% \text{ сд} \cdot \text{ФРВ}; \quad (40)$$

$$\% \text{ сд} = 75 \%;$$

Фонд рабочего времени, отработанный повременно:

$$\PhiРВ_{повр} = \PhiРВ - \PhiРВ_{сд}, \quad (41)$$

Фонд рабочего времени, отработанный в ночь:

$$\PhiРВ_{ночь} = \frac{1}{3} \cdot \PhiРВ, \quad (42)$$

Фонд рабочего времени, отработанного в праздничные дни:

$$\PhiРВ_{празд} = T_{пр} \cdot n_{см} \cdot T_{см} \cdot R_{яв}, \quad (43)$$

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

Рассчитываем сдельную заработную плату:

$$З_{сд} = T_{ст}^{час} \cdot \PhiРВ_{сд} \cdot K_{сд}, \quad (44)$$

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

Рассчитываем сдельно-премиальную заработную плату:

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

где $П_1$ – процент премии за выполнение плана, $П_1 = 50\%$; $П_2$ – процент премии за каждый процент перевыполнения, $П_2 = 2\%$; $В_ф$ – фактический процент перевыполнения, $В_ф = 5\%$.

Повременная форма основана на учете количества отработанного времени:

$$З_{повр} = T_{ст} \cdot \PhiРВ_{повр}, \quad (45)$$

Рассчитываем заработную плату повременно-премиальную:

$$З_{повр-прем} = З_{повр} + З_{повр} \cdot \frac{П_3}{100}, \quad (46)$$

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

Рассчитываем доплаты

– за ночные

$$Д_{ноч} = 0,4 \cdot \PhiРВ_{ноч} \cdot T_{ст}^{час}, \quad (47)$$

– за праздничные

$$Д_{пр} = T_{ст}^{час} \cdot \PhiРВ_{пр} \cdot K_{сд}. \quad (48)$$

Рассчитываем основную заработную плату:

$$ОЗП = З_{сд-прем} + З_{повр-прем} + Д_{ноч} + Д_{пр}, \quad (49)$$

Рассчитываем основную заработную плату с районным

коэффициентом:

$$\text{ОЗП}_{\text{рк}} = \text{ОЗП} \cdot 1,15, \quad (50)$$

Расчет фонда дополнительной заработной платы:

$$\text{ДЗП} = \% \cdot \text{ОЗП}_{\text{рк}}, \quad (51)$$

где % дополнительной заработной платы = 10 %

Заработная плата:

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗП}_{\text{рк}} + \text{ДЗП}, \quad (52)$$

Все расчеты для рабочего персонала произведены в 33.

Таблица 33 – Расчет для остального персонала

Наименование профессии	Разряд	$T_{\text{час}}^{\text{руб}}$	Кол. раб. в см.,	$R_{\text{яв}}$ чел	число смен в сутки	Фонд рабочего времени, чел · час				
						Всего, чел · час	В том числе			
							Сдельные	Повремениые	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 33

ОЗП, руб.		Доплаты		Итого ОЗП р. К, руб.	ОЗП р. К, руб	ДЗП		Всего ФЗП, К
Сд. прем	Повр прем	Ночные	Празд			% руб.	% от ОЗП р. К	
524286	374490	99864	27360	1026000	153900	10	117990	1297890
489333	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	15960 0	2489760	373464	10	286322,4	3149546
142569	101835	27156	3720	275280	41292	10	31657,2	348229,2
					7033584		703358,4	7736942
					1055038		105503,8	1160541
					8088622		808862,2	8897484

Таблица 34 – Штаты 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 35 – Затраты на сырье и материалы

Наименование материала	Потребное количество, т/год	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Сырой магнезит	91808	1500	459040000
Хромитовая руда	3600	1600	21600000
Вода	182	30	5460
ЛСТ сухой	1194	2500	1791000
Итого			482436460

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_3 = (a \cdot N + b \cdot W) \cdot (1+k), \quad (53)$$

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

$$W = N \frac{K_3}{\text{кпд}} \cdot T, \quad (54)$$

где K_3 – коэффициент загрузки, $K_3 = 0,8$; КПД – коэффициент полезного действия, КПД = 0,85; T – время работы двигателя в год.

$$T = T_{\text{сд}} \cdot T_p \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{исп}}. \quad (55)$$

Таблица 35 – Затраты на электроэнергию

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

Расчет затрат на топливо:

$$Q_I = T_{р \text{ печи в год}} \cdot N_{расх} , \quad (56)$$

где Q_I – расход газа в год, м³/год; $T_{р \text{ печи в год}}$ – производительность работы печи в год; $N_{расх}$ – норма расхода газа.

$$Q_I = 365 \cdot 24 \cdot 638,5 = 5593260 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$C_{T1} = Ц \cdot Q_I, \quad (57)$$

$$C_{T1} = 4,2 \cdot 5593260 = 2349312 \text{ рублей}.$$

Расчет затрат на амортизацию

Амортизация – возмещение стоимости износа путем постепенного переноса на готовую продукцию в соответствии с нормами амортизации [1].

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

$$A = \frac{C \cdot N_a}{100}, \quad (58)$$

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

Таблица 36 – Затраты на амортизацию

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.	N_a	Амортизация
Дозатор 4488ДН-У-1-6,3	3	250 000	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 LAEIS HPF-1600	2	1 500 000	3000000	11,2	336000
Мостовой кран	1	1 800 000	1800000	10,8	194400
Итого			6050000		614150

Прочие расходы

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

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

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

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

Общехозяйственные расходы составляют 5% от фонда оплаты труда:

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

Общезаводские расходы составляют 10 % от общехозяйственных:

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

Коммунальные расходы составляют 20% от общехозяйственных:

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

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

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

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

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

Налог на землю – 12 руб. за 1м²:

$$2250 \cdot 12 = 27000 \text{ рублей.}$$

Таблица 37 – 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	1363	80000	109010,5
2	Объем продаж по отпускным ценам	1	6000	80000	480000
3	Себестоимость всего, в том числе:		2233,82		178705,73
3.1	Переменные затраты:				175422,3
3.1.1	Сырье, в том числе				146457

Окончание таблицы 37

	- сырой магнезит	91808	1500		459040
	- хромитовая руда	3600	1600		21600
	- ЛСТ сухой	1194	2500		1791
3.1.2	энергоресурсы всего, в том				20062,34
	- природный газ	5593260	4,2		2346,31
	- 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
3.2.8	расходы на освещение и				76,17
3.2.9	налог на имущество				113,1
3.2.10	налог на землю				27,0
4	Прибыль балансовая				301294,27
5	Налог на прибыль (24%)				72310,62
6	Чистая прибыль		2862,3		228983,38

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 хозяйственно-

вания, потому что их величина показывает соотношение эффекта с наличными или потребленными ресурсами [1].

Рентабельность продукции:

$$P_{\text{прод}} = \Pi_{\text{ед}} / C_{\text{ед}} \cdot 100\%, \quad (59)$$

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

$$P_{\text{пр}} = 2862,3 / 6000 \cdot 100\% = 37,7 \%$$

Срок окупаемости модернизации линии. Стоимость оборудования 57 млн. рублей: $T = C_{\text{мон}} / \Pi_{\text{ч}} = 570000 / 228983,38 = 2,49$ года.

Таблица 38 – Сводные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Ед. изме- рения	Величина показателя
1	Годовой объем выпуска продукции	т	80 000
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.	178705,73
6	Себестоимость единицы продукции	руб.	2233,82
7	Прибыль	тыс. руб.	301294,27
8	Чистая прибыль	тыс. руб.	228983,38
9	Рентабельность продукции	%	37,7
10	Срок окупаемости	год	2,49

Таким образом, с учетом предложенного изменения в предложенную технологию получаем экологически безопасное производство и сокращение энерго- и материалозатрат производства. При этом себестоимость продукции составит 2233,82 рублей; прибыль 301294,27 рублей; рентабельность продукции 37,7 %; срок окупаемости 2,49 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения заданной годовой производительности 80000 тонн в год спеченных периклазовых порошков необходимо следующее сырье в количестве, т: сырого магнезита – 91808 т; хромитовая руда – 33110 т; природного газа Тюменского месторождения – 638,5 м³/час.

Предложенное изменение в существующую технологию позволит улучшить условия труда, при этом себестоимость готового выпуска продукции составит 178705,73 тысяч рублей, рентабельность производства 37,7 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

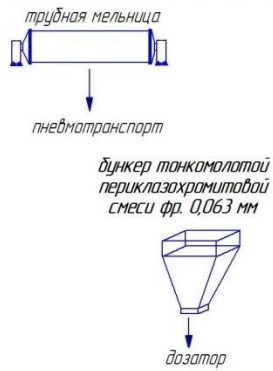
1. Балабанов, И.Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? / И. Т. Балабанов. – М. : 2005. – 305 с.
2. Ильевич, А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров/ А.П. Ильевич. – М.: Машиностроение, 1968. – 366 с.
3. Кащеев, И.Д. Свойства и применение огнеупоров/ 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. – 547 с.
18. Охрана труда. Под ред. Ушакова К.З. – М.: Недра, 2006. – 201 с.
19. ТИ 200–0–176–2003. Производство хромитопериклазовых изделий на основе спеченых материалов марки ХПТ в ЦМИ-2. ОАО «Комбинат «Магнезит».

00007788910210008

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ДПИ, отделение подготовки



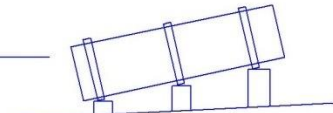
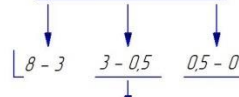
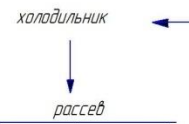
бункер хромовой руды фр. 3 - 0,5 мм



бункер спеченного периклазового порошка фр. 3 - 0,5 мм



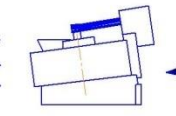
бункер вылеживания (не менее 48 часов)



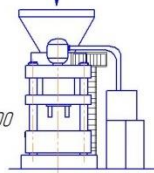
ДПИ, отделение обжига

ДПИ, отделение прессования

связка /ЛСТ



Смешение
смесителе СМ - 1500



поддон с отпрессованными изделиями
мастовой кран, Q = 10 тс

ДПИ, склад готовой продукции

ДПИ, отделение обжига



склад
готовой
продукции



18.03.01.2018.844.00.00

Имя	Лист	№ докум.	Дата	Вариант	Лист	Вместо	Изначально
Автор	1	18.03.01.2018.844.00.00			1	1	1
Провер.							
Исполн.							
Исполн. 2							
Исполн. 3							
Исполн. 4							

Технологическая карта производства хромитопериклазовых изделий марки ХТТ

Лист 1 из 1

Код докум. ТТМ

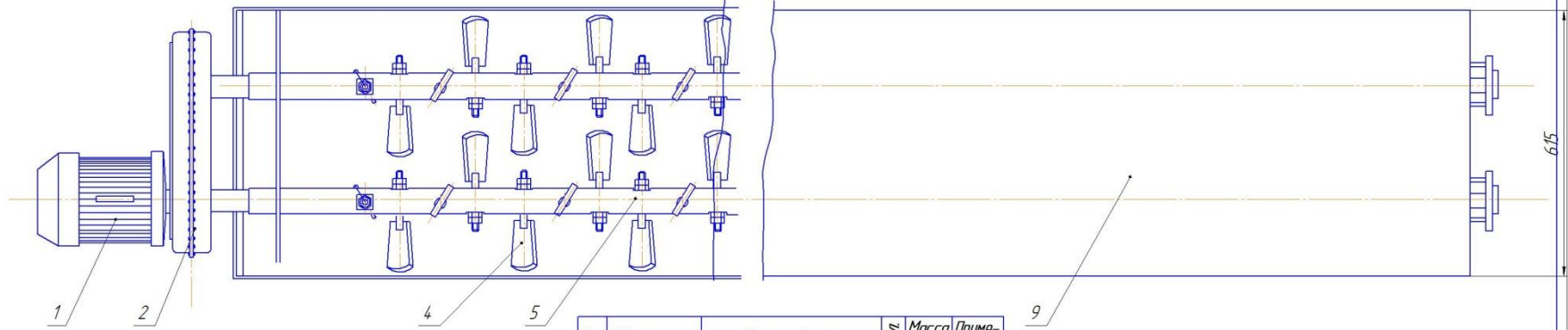
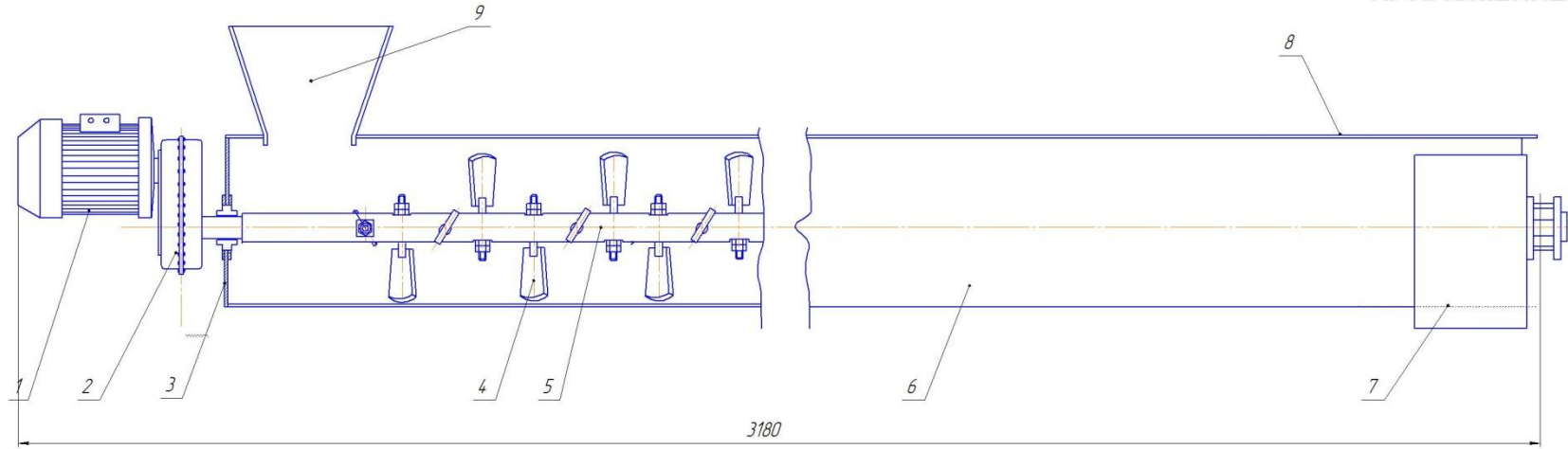
Копировать

Формат А1

Лист 1 из 1
Создан
18.03.01.2018.844.00.00
Лист 1 из 1
18.03.01.2018.844.00.00
Лист 1 из 1
18.03.01.2018.844.00.00

18.03.01.2018.844.00.00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



Поз. Обозначение	Наименование	Кол.	Масса Примечание
1	Электродвигатель	1	
2	Редуктор	1	
3	Тарцевая пластина	1	
4	Лопасты смешивающие	68	
5	Шнековый ротор	2	
6	Ванна	1	
7	Выход	1	
8	Крышка	1	
9	Воронка загрузочная	1	

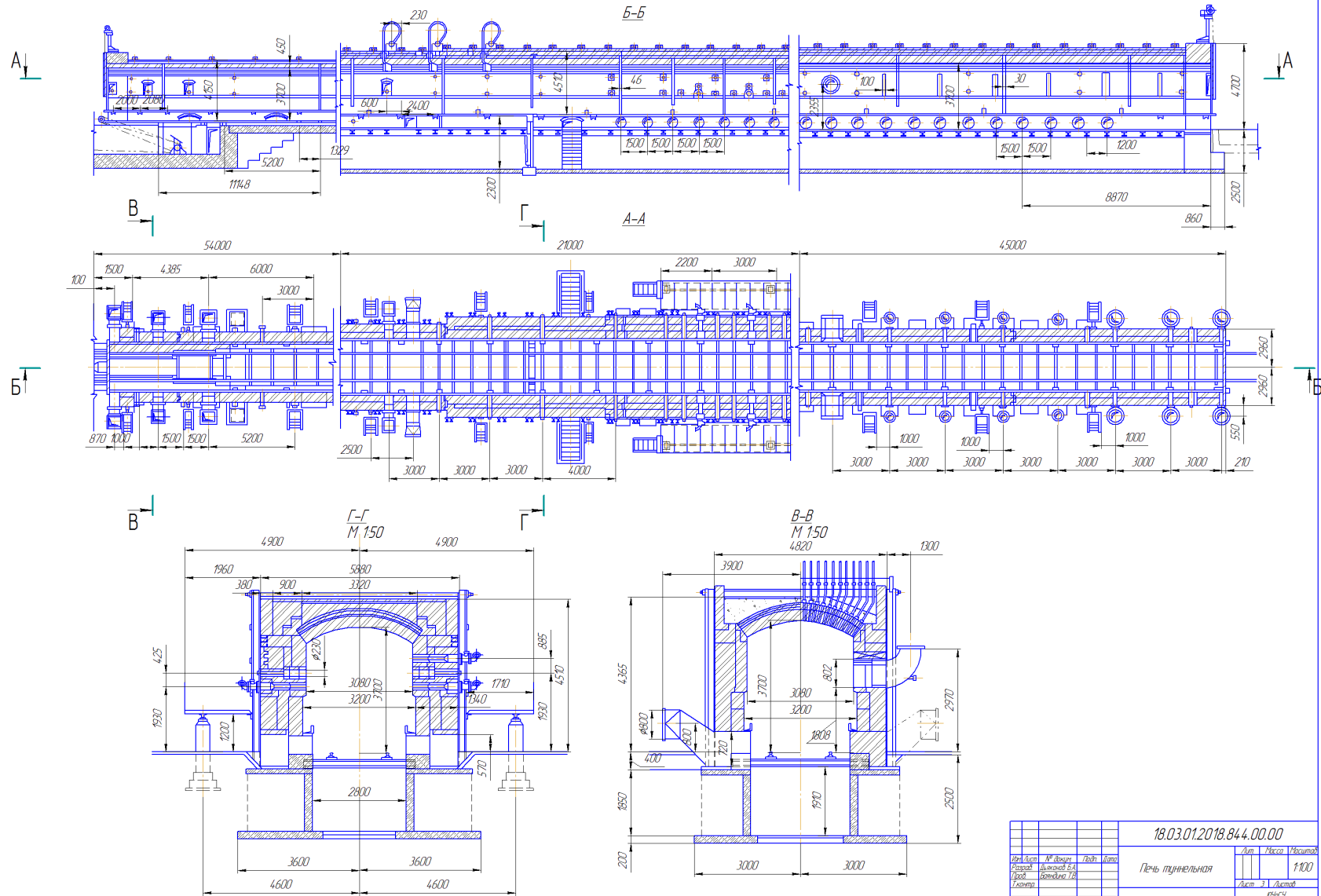
Технические характеристики:
 1. Производительность от 3 до 70 м³/ч;
 2. Возможность добавления жидкостидо 20%;
 3. Условия труда – тяжелые.

18.03.01.2018.844.00.00				Лист	Масштаб
Исполн.	М. Давыд	Лист	Контр.	Смеситель шнековый лопастной MESC/MESC-UM	120
Провер.	Александр ТР	Лист	2	Деталь	
Утвержд.					
Исполн.	Александр ТР			Образ	
Провер.	Александр ТР			Кодификатор ТИИ	
				Формат	A1

Лист 2 из 2
 Склад №
 Дата и время
 Взам. инв. №
 Инв. №
 Дата и время

18.03.01.2018.84.4.00.00

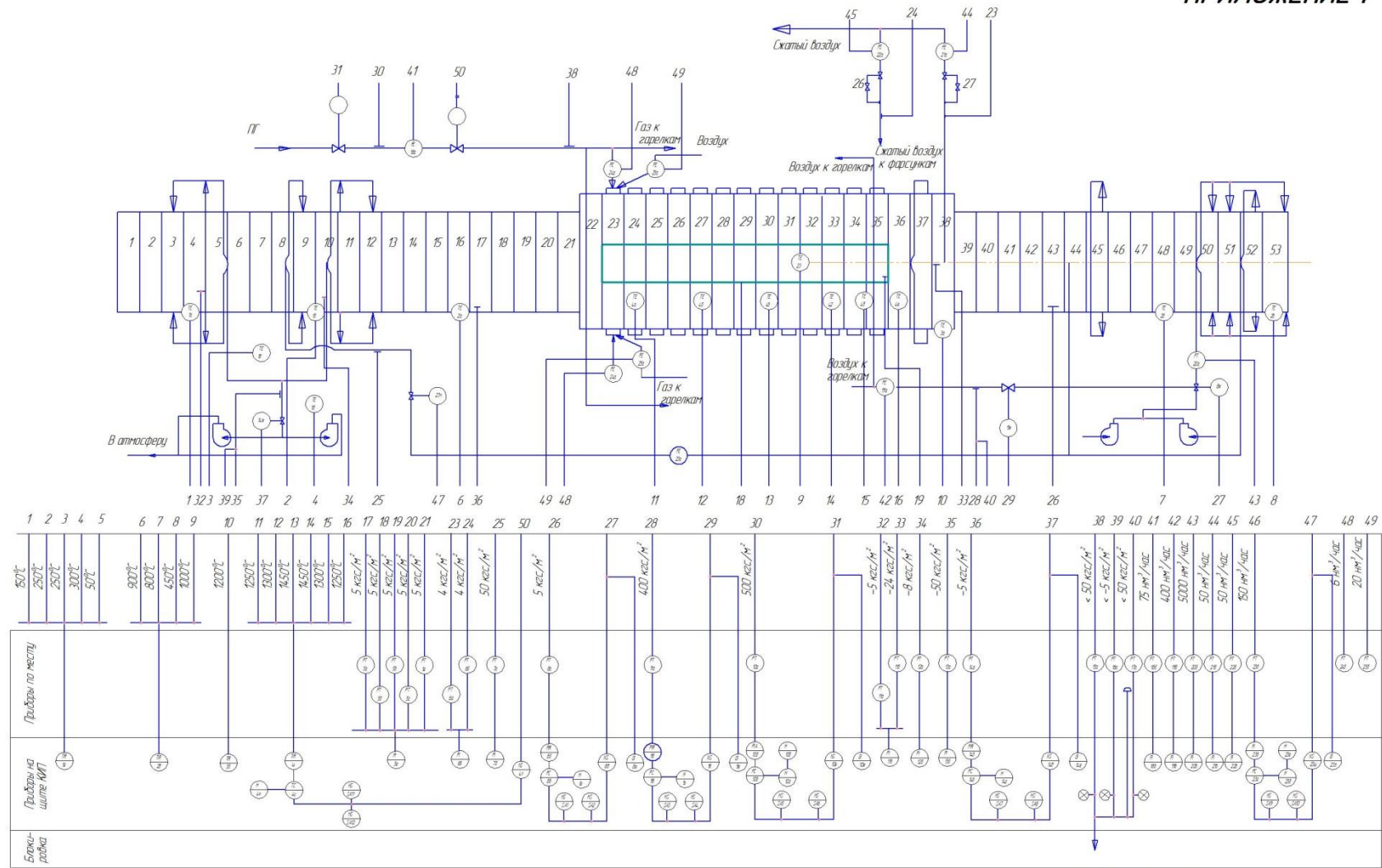
ПРИЛОЖЕНИЕ В



Листовой номер
Склад №
Листовой номер
Листовой номер

					18.03.01.2018.84.4.00.00		
Исполн.	Н. Давыд	Лист	1	Итого	Лист	1	Итого
Провер.	В. Мельник	Конт.			Лист	1	Итого
Техн. отв.	В. Мельник	Соглас.			Лист	1	Итого
Монтаж	В. Мельник	Соглас.			Лист	1	Итого
Смет.	В. Мельник	Соглас.			Лист	1	Итого
					Копировать		
					Формат А1		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



18.03.01.2018.844.00.00
 18.03.01.2018.844.00.00
 18.03.01.2018.844.00.00
 18.03.01.2018.844.00.00

18.03.01.2018.844.00.00			
Исполн.	М. Давыдов	Проф.	А. С. Сидоров
Провер.	В. А. Сидоров	Инж.	В. А. Сидоров
Директор	В. А. Сидоров	Инж.	В. А. Сидоров
Контроль	В. А. Сидоров	Инж.	В. А. Сидоров
Копировать	В. А. Сидоров	Инж.	В. А. Сидоров

Автоматизация производственного процесса обжига

Туннельная печь

Коллектор

Лист 4 из 4

РЧСЧ

Кодовый ТТМ

Фирма АТ

18.03.01.2018,844.00.00

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

<i>n/n</i>	<i>Показатели</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Величина показателя</i>
1	Годовой объем выпуска продукции	тонн	80 000
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	1178705,73
7	Себестоимость единицы продукции	рублей	2233,82
8	Прибыль	тысяч рублей	301294,27
9	Чистая прибыль	тысяч рублей	228983,38
10	Рентабельность продукции	%	37,7
11	Срок окупаемости	год	2,49

				18.03.01.2018,844.00.00			
				Основные			
				МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ			
				ПОКАЗАТЕЛИ			
				Лист 5			
				из 7			
				Корректор ТТМ			
				Формат А1			

Лист 1 из 7

Лист 1

Лист 1

Лист 1

Лист 1

Лист 1

Лист 1