

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

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ МАРКИ ППЛУ ПУТЕМ  
ЗАМЕНЫ РЕЗИНОТКАНЕВОГО ТРАНСПОРТЕРА  
НА S-ОБРАЗНЫЙ ЭЛЕВАТОР ЗАКРЫТОГО ТИПА

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2018. 864. ПЗ. ВКР

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

Автор работы  
студент группы ДО – 515  
\_\_\_\_\_ А.В. Сесюнин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ М.А. 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

Сесюнина Алексея Владимировича  
Группа ДО-515

1 Тема работы

**Совершенствование технологии производства периклазовых огнеупоров марки ШЛУ путем замены резиноканевого транспортера на S-образный элеватор закрытого типа**  
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	Задание для выполнения выпускной квалификационной работы
2	Нормативно-техническая литература
3	Материалы курсовых проектов
4	Отчеты по производственной и преддипломной практик
5	Заданная годовая производительность 52000 тонн

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

	периклазовых огнеупоров марки ППЛУ в России и за рубежом
7	Характеристика исходного сырья
8	Технология производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ
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

#### 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 (в виде презентации в программе PowerPoint)

1	Титульный лист: название работы
2	Актуальность работы
3	Цель и задачи работы
4	Технологическая схема производства
5	Элеватор S-образный закрытого типа
6	Туннельная печь
7	Автоматизация производственных процессов
8	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 периклазовых огнеупоров марки ППЛУ 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  
(подпись) (И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ А.В. Сесюнин  
(подпись студента) (И.О. Ф.)

## АННОТАЦИЯ

Сесюнин А.В. Совершенствование технологии производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ путем замены резиноканевого транспортера на S-образный элеватор закрытого типа – Челябинск: ЮУрГУ, ДО–515, 2018, 98 с., 15 ил., библиогр. список – 17 наим.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено изготовление периклазовых огнеупоров марки ППЛУ. В работе дана характеристика сырья, указана технологическая схема производства, рассчитан материальный баланс производства. Даны описания и расчеты механического оборудования. Предоставлена краткая характеристика туннельной печи, произведен расчет теплового баланса печи, горения топлива. Рассмотрена автоматизация туннельной печи, дано описание приборов. Произведен расчет экономической эффективности совершенствования производства. Описаны негативные факторы и меры защиты от их воздействия, меры по охране окружающей среды, ликвидация и предупреждение ЧС. В данной работе произведено совершенствование технологии производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ путем замены резиноканевого транспортера на S-образный элеватор закрытого типа.

					<b>18.03.01.2018.864.00.00</b>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<b>Подп</b>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологии производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ путем замены резиноканевого транспортера на	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Сесюнин А.В.</i>				<i>ВКР</i>	5	98
<i>Проверил</i>		<i>Баяндина М.А.</i>				<i>ЮУрГУ</i>		
<i>Н.контр.</i>		<i>Баяндина М.А.</i>				<i>Кафедра ТТМ</i>		
<i>Утв.</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	9
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ.....	16
3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ МАРКИ ППЛУ.....	23
4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА.....	27
5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	29
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	40
6.1 Расчет горения топлива.....	40
6.2 Тепловой баланс печи .....	42
6.3 Зона охлаждения .....	49
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	55
7.1 Назначение систем автоматизированного управления туннельной печи.....	55
7.2 Технические данные.....	56
7.3 Состав технических средств.....	56
7.4 Устройство системы.....	57
7.5 Регулирование температуры.....	58
7.6 Управление механизмами.....	58
7.7 Контроль и сигнализация.....	59
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	60
8.1 Негативные факторы и методы защиты от их воздействия.....	60
8.2 Охрана окружающей среды.....	66
8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.....	68
9 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	76
9.1 Организационный план.....	76
9.2 Затраты при расчете себестоимости.....	77

9.3 Рентабельность и срок окупаемости.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	90
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	96

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы – в настоящее время актуальной проблемой в огнеупорном производстве является улучшение условий труда и сокращение материальных и энергетических затрат. Данную проблему можно решить с помощью внедрения современного технического оборудования.

Цель работы – совершенствование технологии производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ путем замены резинотканевого транспортера на S-образный элеватор закрытого типа.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- сделать сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий и решений при производстве огнеупоров марки ППЛУ;
- изучить характеристику периклазовых огнеупоров марки ППЛУ;
- изучить технологию производства этой марки;
- составить материальный баланс производства огнеупоров марки ППЛУ с учетом заданной годовой производительности 5200Т/год по готовой продукции;
- описать технический контроль производства;
- произвести расчет и выбор механического оборудования;
- предложить изменения к существующей технологии;
- произвести теплотехнические расчеты производства;
- описать автоматизацию производства;
- рассчитать технико-экономические показатели производства с учетом предложенного изменения в существующую технологию.

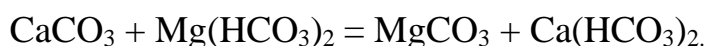
Предложенные изменения в существующую технологию позволят улучшить условия труда на рабочем месте, а также позволяет снизить затраты электроэнергии с 87600 до 48180 кВт, что приведет к снижению себестоимости продукции с 2256,86 до 2233,82 рублей за тонну.



# 1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Магнезитовыми огнеупорами называются материалы, состоящие из периклаза, то есть кристаллического MgO в количестве не менее 85%. В природе месторождений периклаза не обнаружено и потому его получают в промышленности синтетически [4].

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



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.

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 2.

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 образуются магнезитовые месторождения инфильтрационного типа.

Месторождения магнезитов осадочного типа образовались в результате осадконакопления в межгорных впадинах складчатых областей поверхности Земли [5].

Таблица 2 – Генетические типы магнезиальных месторождений

Типы месторождения	Краткая характеристика	Наименование месторождения
1. Гидротермально-метасоматический	А.Залежи кристаллического магнезита в доломитовых породах	Саткинское, Киргитейское, Тальское, Верхотуровское (Россия), Маньчжурское (Китай), Вейтш (Австралия).
	Б.Залежи талькомагнезитовых пород в гипербазитах	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 800м по простиранию, до 600 м по падению, мощность до 80 м. За рубежом к ним относятся месторождения, расположенные в Австрии и Словакии[17].

Основные месторождения природного магнезита приведены в таблице 3.

Таблица 3 – 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
С. Корея	Korean Magnesite Works	Tanchon, East coast	500
Австралия	Queensland Magnesia Project	Rockhampton Qld	90
Бразилия	Magnesita SA	Pedra Preta nr.Brumado, Bahia sttse	350

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[17].

В СНГ запасы разведанного магнезиального сырья оцениваются около 800 млн. т магнезита, из которых более 91% находится в России.

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 <sup>3</sup>
		MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	CaO/SiO <sub>2</sub>	
Россия	Саткинское	95,5	1,65	0,8	2,1	3,38
	Кактолгинское	995,0	2,2	0,7	3,0	3,35
	Ларгинское	95,0	2,3	0,7	3,3	3,35

Продолжение таблицы 4

Страна производитель	Месторождение	Химический состав, мас. %				Плотность, г/см <sup>3</sup>
		MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	CaO/SiO <sub>2</sub>	
	Тальское	96,0	2,5	1,3	1,9	3,35
	Кульдурское		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

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

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.

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<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>)[4].

При использовании периклаза с меньшими зернами (0,1–0,3 мм) потери массы

при термообработке (1660 °С) в атмосфере СО растут с увеличением в нем примесей (SiO<sub>2</sub>+ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 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.

Одним из эффективных способов обогащения является метод обогащения в тяжелых суспензиях. В качестве утяжелителя суспензии используют ферросилиций, содержащий 15,0 ± 0,5 % Si. Доломит, слагающий наибольшую массу примесей, имеет плотность ниже магнезита, поэтому он в процессе обогащения всплывает, а магнезит тонет.

В результате обогащения выделяются магнезитовые концентраты I и II стадий, в каждую из которых входят крупная и мелкая фракции.

Эффективность обогащения в тяжелых суспензиях показана в таблице 5.

Таблица 5 – Эффективность обогащения магнезита в тяжелых суспензиях

Магнезит	Стадия обогащения	Продукт	Выход от руды, %	Содержание, %		
				MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>
Саткинский 1-го и 2-го сортов, разубоженным доломитом и магнезитом 3-го и 4-го сортов	–	Исходный, 120 – 5 мм	82	41,4	5,4	–
	1	Концентрат 1-го + 2-го сорта	56	45,0	1,2	1,5
	2	Концентрат 3-го сорта	12	43,5	2,5	2,2
Саткинский 3-го сорта, разубоженным доломитом и магнезитом 4-го сорта	–	Исходный, 120 – 5 мм	82	39,2	7,0	–
	1	Концентрат 3-го сорта	56	43,5	2,5	2,2
	2	Концентрат 4-го сорта	12	36,0	7,0	4,0

За рубежом, фирмой «Зульцер Браверс» (Швейцария) разработан способ обогащения магнезита, позволяющий получать порошки высокого качества по следующей схеме, показанной на рисунке 1.

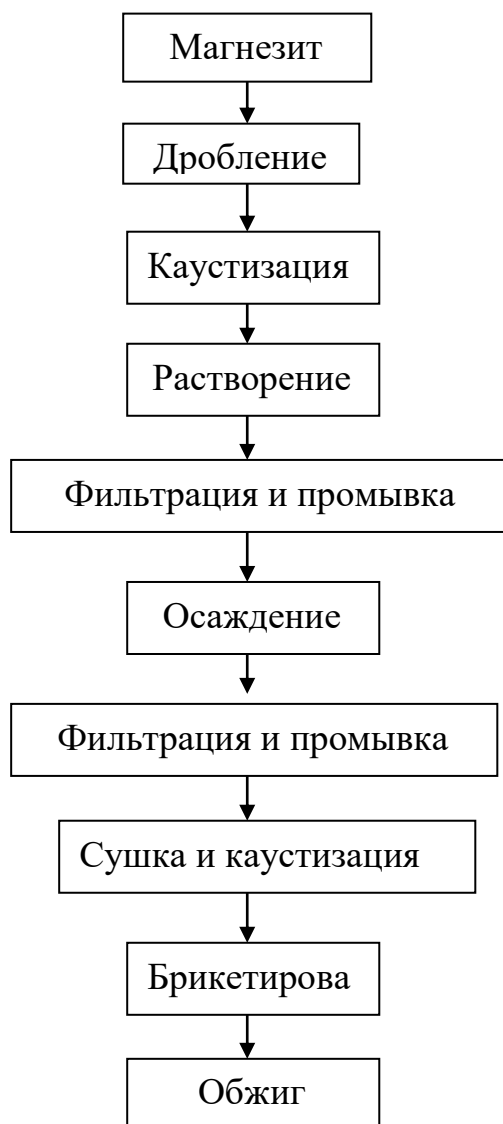


Рисунок 1 – Схема обогащения фирмы «Зульцер Браверс» (Швейцария)

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[3].

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/см<sup>3</sup>. Процесс «Зульмаг» имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами: применяются менее агрессивные реагенты (аммиак вместо  $HC1$ ), 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, Сг, Na, Са и др.). Раствор нейтрализуют активной пылью до  $pH = 4 - 6$ , 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[3].

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

Для изготовления периклазовых огнеупоров марки ПППУ применяются порошки из плавленного периклаза с массовой долей MgO не менее 95 %. Порошки из плавленного периклаза фр.3–1и 1–0 мми тонкомолотая фр. <0,063 мм по химическому и зерновому составам должны удовлетворять следующим требованиям, указанных в таблице 6 [17].

Таблица 6–Требования к плавленому периклазу

Наименование показателей	Значение		
	фр. 3–1 мм	фр. 1–0 мм	фр. <0,063 мм
1. Массовая доля оксидов, %:			
MgO, не менее	95	95	95
CaO, не более	1,9	1,9	2,0
SiO <sub>2</sub> , не более	1,3	1,3	1,3
2. Массовая доля зерен более 3 мм, не более	5	–	–
Массовая доля зерен более 1 мм, не более	–	20	–
Массовая доля зерен менее 1 мм, не более	10	–	–
Массовая доля зерен менее 0,5 мм в пределах	50± 15	–	–
Массовая доля зерен менее 0,063 мм, не менее	–	–	97
3. Открытая пористость, не более, %	4,7	–	–

Лигносульфаты технические используются в производстве плавленных периклазовых изделий как добавка. Лигносульфаты технические должны отвечать требованиям, указанным в таблице 7.



Таблица 7 – Требования к лигносульфонатам техническим

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

Состав шихты должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 8.

Таблице 8–Составы шихты на сырец изделия марки ППЛУ

Компоненты шихты	Состав шихты, %
1. Плавленый периклаз фракции 3–1 мм	30±3
2. Плавленый периклаз фракции 1–0 мм	40±2
3. Тонкомолотый плавленый периклаз фракции 0,063 мм	30±3

1 Выход изделий из печей с учетом брака сушки обжига

$$Q_1 = Q_{год} \cdot \frac{100}{100 - g_1} = 52000 \cdot \frac{100}{100 - 11} = 58426,9 \text{ т/год}, \quad (1)$$

где  $Q_1$  – годовой выпуск изделий с учетом брака сушки и обжига, т/год;  $Q_{год}$  – годовая производительность, т/год;  $g_1$  – брак сушки и обжига, %

Количество брака сушки и обжига:

$$g_1 = Q_1 - Q_{год} = 58426,9 - 52000 = 6426,9 \text{ т/год}, \quad (2)$$

где  $g_1$  – количество брака сушки и обжига, т/год.

Количество брака, возвращенного в производство:

$$g_1 = g_1 \cdot \frac{16,6}{100} = 6426,9 \cdot \frac{16,6}{100} = 1066,9 \text{ т/год}, \quad (3)$$

где 16,6 – возврат в производство брака сушки и обжига, %.

Безвозвратные потери брака сушки и обжига

$$g_{1общ} = g_1 - g_1 = 6426,9 - 1066,9 = 5360 \text{ т/год}.$$

2. Подача изделий в печь по абсолютно сухой массе с учетом потерь при

прокаливании:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{100}{100 - g_2}, \quad (4)$$

где  $Q_2$  – производительность с учетом потерь при прокаливании, т/год;  $g_2$  – потери при прокаливании массы, % рассчитывается в зависимости от состава сухой массы и потерь при прокаливании каждой составляющей;

$$g_2 = \frac{a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n}{100}, \% \quad (5)$$

где  $a_1, a_2, a_n$  – массовая доля каждого компонента в сухой массе, %;  $x_1, x_2, x_n$  – потери при прокаливании каждого компонента, %

Принимаем следующее содержание компонентов:

- плавеный периклаз фракции 3–1 мм ( $a_1$ ) – 30%;
- плавеный периклаз фракции 1–0 мм ( $a_2$ ) – 40%;
- тонкомолотый плавеный порошок фракции <0,063 м ( $a_3$ ) – 30% .

Перечет состава шихты на состав сухой массы с учетом того, что в массу вводят 5% ЛСТ:

плавеный периклаз фракции 3–1 мм ( $\alpha_1$ )

$$(\alpha_1) = \frac{30(100 - 5)}{100} = 28,5\%$$

плавеный периклаз фракции 1–0 мм ( $\alpha_2$ )

$$(\alpha_2) = \frac{40(100 - 5)}{100} = 38\%$$

тонкомолотый плавеный периклаз фракции <0,063 м ( $\alpha_3$ )

$$(\alpha_3) = \frac{30(100 - 5)}{100} = 28,5\%$$

ЛСТ – 5%

Сумма – 100%

$$q_2 = \frac{28,5 \cdot 0,09 + 38 \cdot 0,1 + 28,5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 99}{100} = \frac{2,565 + 3,8 + 2,85 + 495}{100} = 5,04\%$$

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{100}{100 - g_2} = 58426,9 \cdot \frac{100}{100 - 5,04} = 61527,9 \text{ т / год} .$$

Весовое количество потерь при прокаливании

$$g_2 = Q_2 - Q_1 = 61527,9 - 58426,9 = 3101m/год.$$

3. Подача изделий в печь с учетом начальной влажности сырца

$$Q_3 = Q_2 \cdot \frac{100}{100 - g_3} = 6152,79 \cdot \frac{100}{100 - 1,9} = 6271,96m/год.$$

Весовое количество влаги, испаряемой в печах

$$g_3 = Q_3 - Q_2 = 6271,96 - 6152,79 = 119,17m/год.$$

1. Выход сырца с учетом брака прессования

$$Q_4 = 6271,96 \cdot \frac{100}{100 - g_4} = 6271,96 \cdot \frac{100}{100 - 2} = 63999,6m/год.$$

Весовое количество брака прессования

$$g_4 = Q_4 - Q_3 = 6399,6 - 6271,96 = 127,64m/год.$$

Количество брака прессования, возвращаемого в производство

$$g_4 = g_4 \cdot K_1 = 127,64 \cdot 0,166 = 21,19m/год.$$

$K_1$  – коэффициент брака прессования, возвращаемого в производство количество безвредных потерь брака сырца

$$g_{4общ} = g_4 - g_4 = 127,64 - 21,19 = 106,45m/год.$$

5. Потребность в шихтовой массе с учетом ее безвозвратных технологических потерь

$$Q_5 = Q_4 \cdot \frac{100}{100 - g_5} = 63999,6 \cdot \frac{100}{100 - 0,5} = 64319,6m/год.$$

где  $g_5$  – безвозвратные потери, %

Весовое количество теряемой шихтовой массы.

$$g_5 = Q_5 - Q_4 = 64319,6 - 63999,6 = 320m/год.$$

6. Потребность в сухой массе с учетом влажности шихты

$$Q_6 = Q_5 \cdot \frac{100 - g_3}{100 - g_6} = 64319,6 \cdot \frac{100 - 1,9}{100 - 2,0} = 64385,2m/год$$

$g_6$  – влажность массы %;

Весовое количество влаги, необходимое для увлажнения (шихтовой) массы.

$$g_6 = Q_6 - Q_5 = 64385,2 - 64319,6 = 65,6m/год$$

7. Потребность в сухой шихтовой массе с учетом частичного возврата брака сушки, обжига и прессования.

$$Q_7 = Q_6 - (g_{106ц} + g_4) = 64385,2 - (1067,5 + 212,5) = 63105,2 \text{ м / год}$$

8. Потребность в каждой составляющей сухой массы

а) плавленный периклаз фракции 3–1 мм в общем составе шихты

$$Q_8 = Q_7 \cdot \frac{\alpha_1}{100} = 63105,2 \cdot \frac{28,5}{100} = 17984,9 \text{ м / год} ;$$

$$Q_2 = \frac{a_1 \cdot 95}{100} = \frac{30 \cdot 95}{100} = 28,5\% ;$$

б) плавленный периклаз фракции 1–0 мм в шихте %

$$Q_9 = Q_7 \cdot \frac{\alpha_2}{100} = 63105,2 \cdot \frac{38}{100} = 23979 \text{ м / год} ;$$

$$Q_3 = \frac{a_2 \cdot 95}{100} = \frac{40 \cdot 95}{100} = 38\% ;$$

в) тонкомолотый плавленный периклаз фракции <0,063 мм в шихте %

$$Q_{10} = Q_7 \cdot \frac{\alpha_3}{100} = 63105,2 \cdot \frac{28,5}{100} = 17984,9 \text{ м / год} ;$$

$$Q_4 = \frac{a_3 \cdot 95}{100} = \frac{30 \cdot 95}{100} = 28,5\% ;$$

г) лигносульфанаты технологические в общем составе шихты

$$Q_{11} = Q_7 \cdot \frac{a_5}{100} = 63105,2 \cdot \frac{5}{100} = 3155,3 \text{ м / год} .$$

9. Потребность в каждой составляющей с учетом безвозвратных потерь

где  $g_5$ – процент безвозвратных технологических потерь

а) плавленный периклаз фракции 3–1 мм

$$Q_{12} = Q_8 \cdot \frac{100}{100 - g_5} = 17984,9 \cdot \frac{100}{100 - 0,5} = 18075,3 \text{ м / год}$$

Масса безвозвратных потерь плавленного периклаза фракции 3-1 мм

$$g_9 = Q_{12} - Q_8 = 18075,3 - 17984,9 = 90,4 \text{ м / год} .$$

б) плавленный периклаз фракции 1–0 мм

$$Q_{13} = Q_9 \cdot \frac{100}{100 - g_5} = 23979 \cdot \frac{100}{100 - 0,5} = 24100 \text{ м / год}.$$

Масса безвозвратных потерь плавленного периклаза фракции 1–0 мм

$$g_{10} = Q_{13} - Q_9 = 24100 - 23979,9 = 120,1 \text{ м / год}.$$

в) тонкомолотый плавленный периклаз фракции <0,063 мм

$$Q_{14} = Q_{10} \cdot \frac{100}{100 - g_5} = 17984,9 \cdot \frac{100}{100 - 0,5} = 18075,3 \text{ м / год}.$$

Масса безвозвратных потерь тонкомолотого плавленного периклаза фракции <0,063 мм

$$g_{11} = Q_{14} - Q_{10} = 18075,3 - 17984,9 = 90,4 \text{ м / год}.$$

г) лигносульфанат технологический

$$Q_{15} = Q_{11} \cdot \frac{100}{100 - g_5} = 3155,3 \cdot \frac{100}{100 - 0,5} = 3171 \text{ м / год}.$$

Масса безвозвратных потерь ЛСТ

$$g_{12} = Q_{15} - Q_{11} = 3171 - 3155,3 = 15,7 \text{ м / год}.$$

10. Расходный коэффициент каждого компонента шихты

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_{\text{год}}},$$

где  $K_i$  – расходный коэффициент;  $Q_i$  – потребность в компоненте с учетом безвозвратных потерь, т/год

а) плавленный периклаз фракции 3–1 мм на тонну годовой продукции

$$K_2 = \frac{Q_{12}}{Q_{\text{год}}} = \frac{18075,3}{5200} = 0,35;$$

б) плавленный периклаз фракции 1–0 мм на тонну годовой продукции

$$K_3 = \frac{Q_{13}}{Q_{\text{год}}} = \frac{24100}{52000} = 0,46;$$

в) тонкомолотый плавленный периклаз фракции <0,063 мм на тонну годовой продукции

$$K_4 = \frac{Q_{14}}{Q_{\text{год}}} = \frac{18075,3}{52000} = 0,35;$$

г) лигносульфанат технический на тонну годовой продукции

$$K_5 = \frac{Q_{15}}{Q_{2200}} = \frac{3171}{52000} = 0,06.$$

Общий расходный коэффициент

$$K_{\text{общ}} = \sum K_i = 0,35 + 0,46 + 0,35 + 0,06 = 1,22.$$

$$\text{Невязка} = \frac{63421,6 - 63422,4}{63421,6} \cdot 100\% = 0,01. \quad (6)$$

Полученные данные заносятся в таблицу 9.

Таблица 9– Материальный баланс производства

Наименование статей	Количество т/год
<b>Приход</b>	
1. Потребность в плавленном периклазе фр. 3–1 мм	18075,3
2. Потребность в плавленном периклазе фр. 1–0 мм	24100
3. Потребность в тонком плавленном периклазе фр. <0,063 мм	18075,3 3171
4. Потребность в ЛСТ	63421,6
Итого:	
<b>Расход</b>	
1. Годовая производительность	52000
2. Потери брака	5360
3. Общие потери при прокаливании	3101
4. Количество испаряемой влаги	1191,7
5. Потери брака прессования	1067,5
6. Потери при высухании массы	65,6
7. Безвозвратные потери массы	320
8. Потери каждой составляющей	
плавленный периклаз фр. 3-1 мм	90,4
плавленный периклаз фр. 1-0 мм	120,1
тонкомолотый плавленный периклаз фр.< 0,063 мм	90,4
ЛСТ	15,7
9. Невязка	-0,8
Итого:	63421,6

Таким образом, для обеспечения заданной годовой производительности 52000 т требуется следующее сырье в количестве: плавленный периклазовый порошок фр. 3–1 мм 18075,3 т, плавленный периклазовый порошок фр. 1–0 мм – 24100 т, тонкомолотый плавленный периклаз фр. <0,063 мм 18075,3 т, ЛСТ 63421,6 т.

### 3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ МАРКИ ППЛУ

Кусковой плавный периклаз подвергается дроблению и расसेву в ЦМП-4 и перевозится в ЦМИ-2 в автомашинах в отделение подготовки, затем в бункер запаса, а из них в бункера прессового отделения. Порошок в автомашине должен быть снабжен паспортом, в котором указаны химический, зерновой составы и открытая пористость. Часть плавного периклаза фр.1–0мм используется для приготовления тонкомолотой составляющей. Тонкомолотую составляющую готовят помолом плавного периклаза в мельнице ЦМИ-2 (рисунок 2).

Разрешается для приготовления тонкомолотой составляющей использовать брак прессовки и обжига периклазовых изделий из плавного периклаза, периклазовых изделий для сталевыпускных отверстий конвекторов, периклазовых и двухслойных периклазовых фурм для продувки металла газами.

Тонкомолотый плавный периклазовый порошок поступает в баллоны и пневмотранспортом подается в расходные бункера прессового отделения.

Лигносульфанаты технические используются в производстве плавных периклазовых изделий как добавка. В цех поступают железнодорожным транспортом в склад. В емкостях для хранения производится подогрев, после чего насосом по трубопроводу подается в расходный бак. В расходном баке производится дополнительный подогрев паром до температуры 45–55 °С. Дозировка составляющих шихту компонентов производится при помощи автоматических весовых дозаторов ДПО-250.

Приготовление массы производится в смесительных бегунах СН 15104 М последующим режимам:

- загрузка зернистых компонентов (плавный периклаз фракции 3–1, 1–0 мм);
- подача раствора лигносульфанатов технических марки А при температуре 45–55 °С. Смесь перемешивается в течение 4–5 минут. Затем подается тонкомолотый плавный периклаз и перемешивание продолжается еще 5–6

минут.

Общий цикл перемешивания 10–11 минут, масса замеса не более 1000 кг.

Готовая масса должна отвечать следующим требованиям, %:

–химический состав, %:

MgO не менее 95,0

SiO<sub>2</sub> не более 1,5

CaO не более 2,0

–зерновой состав масс, %:

зерен > 3 мм не более 3,0

зерен 3–1 мм в пределах 20,0–30,0

зерен < 0,063 мм в пределах 30,0–38,0

–влажность в пределах, %: 2,1–2,8

Готовая масса подается ленточным транспортом в кубель, а затем мостовым краном в бункер пресс.

Прессование изделий производится на гидравлическом прессе НБФ-1738 в следующем режиме:

Прессование производится при 4–8 ударах штампа. Спрессованные изделия по размерам и внешнему виду должны соответствовать требованиям технических условий на сырец. Кажущаяся плотность изделий ППЛУ должна быть не менее 3,10 г/м<sup>3</sup>. Спрессованные изделия укладываются на поддоны и подаются на садочные места в печное отделение.

Под погрузку сырца подаются печные вагоны, отвечающие требованиям технических условий на вагоны туннельных печей. Погрузка сырца на печной вагон производится в соответствии с утвержденными схемами садок.

Садка изделий на печные вагоны производится механизировано с помощью садочного манипулятора СМ-1.

Печные вагоны при помощи толкателя устанавливаются на электролафет и подаются в туннельные печи длиной 156 м. Сушка изделий производится отходящими газами отбираемыми из зон охлаждения туннельных печей.

Температура воздуха на входе в сушило должна быть 120–150 °С.



Максимальная температура обжига равна 1900 °С.

Технология производства периклазовых огнеупоров марки ППЛУ приведена на рисунке 2.

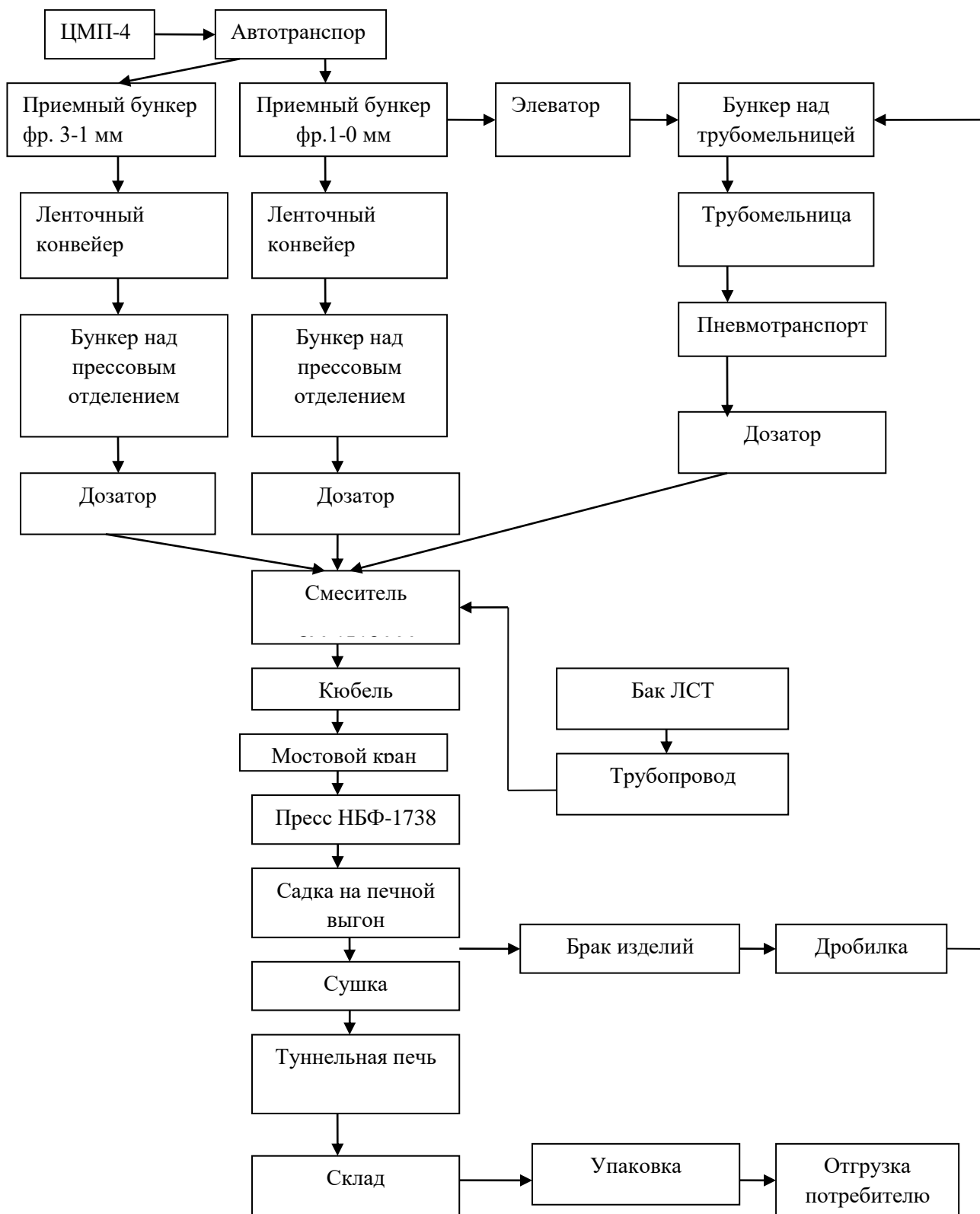


Рисунок 2 – Технологическая схема производства периклазовых изделий на основе плавленных материалов

Выходящие из печи вагоны с готовой продукцией электролафетом и цепным толкателем подаются на склад готовой продукции к разборочным машинам. Со склада готовой продукции далее, на сортировку и к упаковочным машинам. Со склада готовой продукции упакованные ППЛУ изделия мостовым краном укладываются в железнодорожные вагоны и отправляются к потребителю.

Брак прессовки и обжига изделий из плавленного периклаза используется для приготовления тонкомолотой составляющей при производстве периклазовых изделий из плавленного периклаза.

#### 4 КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

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

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

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

Контроль технологического процесса – текущий контроль производства предусматривает:

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

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

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

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

Выходной контроль – контроль качества готовой продукции.

В таблице 10 представлен текущий контроль технологии изготовления изделий ППЛУ.

Таблица 10– Контроль технологии производства изделий ППЛУ

Наименование контролируемого материала	Контролируемый параметр	Мес-то отбора проб	Частота отбора проб	Кто отбирает пробы	Кто производит определение	НД для контроля
1 Плавленный периклаз фр.3-1, 1-0 мм	1. Массовые доли оксидов: CaO, SiO <sub>2</sub> , MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2. Зерновой состав на ситах №3,1,05 3. Пористость открытая по фр.3-1 мм	Приемный бункер	От каждой поставки	ЦМИ-2	УККиИ	ГОСТ 2642.7-86 ГОСТ 2642.8-86 ГОСТ 2642.5-86 МВИ 136 92 ГОСТ 27707-88
2. Тонкомолотый плавленный периклаз	1. Массовая доля MgO 2. Зерновой состав на сите №6 0063	Печка после трубомельниц	6 раз/сут.	УККиИ	УККиИ	ГОСТ
3. Лигносульфонаты технические	1. Массовая доля NH <sub>3</sub> 2. Плотность 3. Температура	Цистерн Расход. бак и ЛСТ	От каждой цистерны 3 раз/сут	УККиИ	УККиИ	

## 5 ПОДБОР И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Произведем замену ленточного транспортера и элеватора при подачи в расходные бункера плавленного периклаза фр. 3–1 и 1–0 мм на S-образный элеватор ковшевой.

Ковшевой элеватор имеет ряд преимуществ над ленточным конвейером, такие как:

- экономия производственных площадей;
- отсутствие перегрузок, то есть работа пересыпного оборудования работает от работы элеватора;
- отсутствие дополнительного истирания материала: транспортируемый материал подвергается меньшему механическому воздействию, так как поперечные перегородки закрепляются при помощи вулканизации, что дает эластичность соединений и способствует гашению динамических нагрузок;
- уменьшение запыленности;
- отсутствие просыпей, что ведет уменьшению потерь материала при транспортировании и снижение трудовых затрат при обслуживании транспортера.

Технические характеристики S-образный элеватор представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Техническая характеристика S-образный элеватор ковшевого

Наименование показателя	Величина
Потребляемая мощность, кВт	5,5
Тип конического редуктора	KR473–132S/4
Тип загрузочного устройства	насыпной
Тип разгрузки ковшей элеватора	центробежная

Трубомельницы широко применяют для грубого и тонкого помола материалов. Принцип действия трубомельниц состоит в измельчении материала ударом и частично истиранием свободно падающих мелющих тел во вращающемся барабане[2].

Таблица 12–Характеристика трубомельницы СМ - 436

Наименование показателя	Показатель
Производительность, т/ч	5,0
Электродвигатель главного привода	N = 577 кВт, n = 750 об/мин
Электродвигатель вспомогательный	N = 7 кВт, n = 735 об/мин
Длина цапфы, мм:	
загрузки	400
разгрузки	370
Диаметр цапфы наружный, мм:	
Загрузки	800
разгрузки	800
Внутренний диаметр барабана,мм	2000
Число камер, шт	2
Габаритные размеры, мм	
длина	10500
ширина	4400
высота	2800
Мельница оборудована циркуляционной системой смазки	

Годовая производительность трубомельницы:

$$Q_{год} = Q_{час} \cdot K_{иск} \cdot 365 \cdot n = 5 \cdot 0,7 \cdot 365 \cdot 24 = 30660 \text{ т / год} \quad (7)$$

Принимаем 1 трубомельницу.

Элеваторы применяются для вертикального подъема порошкообразных и кусковых материалов на высоту до 40 метров. Ленточные ковшовые элеваторы применяются в огнеупорной промышленности для подъема зернистых и мелкокусковых материалов. Предусматривается использование элеватора типа ЭЛГ-250, техническая характеристика которого представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Техническая характеристика ленточного ковшового элеватора типа ЭЛГ-250

Показатели	Значения
Высота подъема, м	15
Тип ковша	глубокий
Ширина ковша, мм	250
Шаг ковшей, мм	400
Ёмкость ковша, л	3,2
Скорость движения ленты, м/с	1,4
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	до 24
Ширина ленты, мм	300
Редуктор типа	РН-2
Передаточное число	18,3
Мощность электродвигателя, кВт	8

Производительность определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \frac{i_0}{\alpha_0} \cdot Y \cdot \gamma \cdot v, \quad (8)$$

где  $i_0$  – емкость ковша, м<sup>3</sup>;  $\alpha_0$  – шаг ковша, м;  $\gamma$  – насыпная масса материала, т/м<sup>3</sup>;  $Y$  – коэффициент заполнения ковшей;  $v$  – скорость движения ленты.

$$Q = 3,6 \frac{3,2}{0,4} \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 10^3 = 41 \cdot 10^3 \text{ кг / час}$$

Принимаем один элеватор для подачи плавленого периклаза фр. 3–1 и 1–0 мм

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[2].

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

Таблица 14 – Техническая характеристика интенсивного смесителя СМ-1500

Наименование показателей	Значение
1. Наибольший объем засыпаемой смеси, дм <sup>3</sup>	750
2. Наибольшая масса засыпаемой смеси, кг	900
3. Частота вращения тарелки, мин <sup>-1</sup>	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

Масса замеса не более 1000кг.

Расчетная часовая производительность:



$$Q_{\text{час}} = 60 \frac{q}{\text{ч}} = 60 \frac{0,4 \cdot 1,2}{15} = 1,92 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где ч – продолжительность смешивания, мин; q– масса одного замеса, т; 1,2 – насыпная масса, т/м<sup>3</sup>.

Время для получения лучшего качества массы для прессования 15мин. Объем для одного замеса берем 0,4м<sup>3</sup>

Годовая производительность смесителя:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{час}} \cdot 365 \cdot K_{\text{исх}} \cdot n = 1,92 \cdot 365 \cdot 0,7 \cdot 24 = 11773,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Необходимое количество смесителя – 1шт.

Изделия ППЛУ 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 LAEISHPF-1600

Таблица 15 – Техническая характеристика пресса LAEISHPF-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/с	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
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

Окончание таблицы 15

Наименование показателей	Значение
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 пресса:

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

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:

$$n = \frac{63999,6}{11,2 \cdot 8760 \cdot 0,7} = 0,9.$$

Принимаем один пресс НРФ-1600 фирмы «Leais».

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 16.

Для дозирования этиленгликоля выбираем дозатор жидкостной управляемый объемом 15 дм<sup>3</sup> 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 17.

Для дозирования мелких сыпучих пылящих материалов выбираем дозатор ДМС-50-2. Характеристики приведены в таблице 18.

Таблица 16 – 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

Для подачи плавленого периклаза фр. 3–0,5 и 1–0 мм принимаем по одну дозатору.

Таблица 17 – Техническая характеристика ДЖУ-15

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

Принимаем один дозаторов для ЛСТ.

Таблица 18 – 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

Для тонкомолотой смеси фр. 0,063–0 мм принимаем один дозатор.

Толкатель тросовый 100 тонный с подавателем предназначен для подачи вагонетки выданной из сушила в форкамеру и для заталкивания вагонетки всушильную печь с одновременным проталкиванием состава вагонеток в печь.

Таблица 19 – Технические характеристики толкателя тросового 100 т

Наименование показателя	Показатель
1. Максимальное усиление толкателя,т	100
2. Скорость в начале толкания, м/мин	1,41
3. Скорость в конце толкания,м/мин	1,77
4. Полный ход каретки толкателя,м	5,25
5. Рабочий ход каретки толкателя,м	3,15
6. Время полного хода, мин	3,4
7. Привод каретки толкателя: электродвигатель: редуктор:	тип МТКВ - 412 – 8 тип РМ 850-1-2
зубчатое зацепление: диаметр барабана лебедки,мм диаметр рабочего троса, мм вес противовеса,кг	тип эвольвентное 800 26 5290
9. Управление работой толкания	полуавтоматическое
10. Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	17125 6568 4950
11. Масса, кг	27500

Электролафет ЭЛ-30 представляет собой передаточную тележку для перевозки печных вагонов из формовочного отделения к туннельным сушилам, от сушил к печам и от печей на склад готовой продукции.

Таблица 20 – Технические характеристики электролафета ЭЛ-30

Наименование показателя	Показатель
1. Грузоподъемность, т	30
2. Скорость передвижения, м/с	0,4
3. Установленная мощность, кВт	7,2
4. Направление переменного тока, В	380
5. Габаритные размеры, мм:	
длина	4570
ширина	2900
высота	4400
6. Масса, кг	4720

Садочный манипулятор предназначен для съема поддонов кирпичей нормального размера, уложенном в виде элемента садки, комплектования восьмистолбиковой садки, на печном вагоне и накопления поддонов.

Таблица 21 – Технические характеристики садочного манипулятора СМ - 1

Наименование показателя	Показатель
1. Максимальная производительность, т/ч	12,5
2. Количество обслуживающего персонала, чел	1
3. Установленная мощность двигателя, кВт	14,4
4. Напряжение тока, В	380
5. Рабочее давление в гидросистеме, атм.	40
6. Количество одновременных захватываемых кирпичей, шт	120
7. Скорость подъема захватов, м/с	114
8. Скорость перемещения тележки, м/с	0,25
9. Скорость перемещения транспортеров, м/с	0,12
10. Емкость магазина поддонов, шт.	5
11. Габаритные размеры, мм:	
длина	8420
ширина	4050
высота	5200

Таблица 22 – Технические характеристики мостового крана

Наименование показателя	Показатель
1. Грузоподъемность, т	5
2. Пролет, м	22,5
3. Общая масса, т	26
4. Род тока	переменный, 3-х фазный
5. Механизм подъема скорость, м/мин высота подъема, м электродвигатель тормоз	23 16 МТБ -412-8 N = 22 кВт, ТКТГ - 300
6. Механизм передвижения тележки. скорость, м/мин электродвигатель	38 МТ -011-6N=1,4 кВт
7. Механизм передвижения моста скорость, м/мин редуктор электродвигатель тормоз	118,5 РМ-400-VIII-644050 МТ-01-6N=11,0 кВт ТКТГ – 200

Таблица 23– Сводная таблица необходимого оборудования

Наименование оборудования	Кол-во	Потребляемая мощность, кВт	
		Ед.	Общ.
1. Трубомельница	1	584	584
2. S-образный элеватор	1	5,5	5,5
3. Смеситель СМ-1500	1	46	46
4. Пресс LAEISHPF-1600	1	144	144

Окончание таблицы 23– Сводная таблица необходимого оборудования

5. Дозатор	3	2,0	6,0
6. Толкатель тросовый	1	7,2	7,2
7. Электролафет ЭЛ-30	2	114	14,4
8. Садочный манипулятор СМ-1	1	2,0	34,4
9. Кран мостовой	2	7,2	68,8
ИТОГО:			912,8

Таким образом, для производства ППЛУ с учетом заданной годовой производительности 5200Т/год и предложенной изменению существующую технологию, необходимо следующее оборудование: одну трубомельницу, один S-образный элеватор, один смеситель СМ-1500, один пресс LAEISHPF-1600, три дозатора, один толкатель тросовый, два электролафета ЭЛ-30, один садочный манипулятор СМ-1, два крана мостовых.

## 6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1 Расчет горения топлива

Расчет горения топлива производится с целью определения расхода воздуха, необходимого для горения, количества образующихся продуктов горения, их состава и температуры горения.

Расчет горения топлива необходим для того, чтобы правильно выбрать дутьевые и тяговые устройства к печи, обеспечивающие нормальный процесс горения, движения дымовых газов и необходимый температурный режим в рабочем пространстве печи [13].

Расчеты горения производятся независимо от качества сжигаемого в печи топлива, поэтому такие величины, как количество воздуха, необходимого для горения, и объем дымовых газов, образующихся в результате сжигания топлива, определяются на единицу объема газообразного топлива и выражается в  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$  топлива (объемы воздуха и газа приведены к нормальным условиям: температура  $0^\circ\text{C}$  и давление  $101325 \text{ н/м}^2$ ).

Природный газ Северного месторождения (Тюменской области). Состав сухого газа предоставлен в таблице 24.

Таблица 24 – Состав сухого газа

$\text{CH}_4$ , %	$\text{C}_2\text{H}_6$ , %	$\text{C}_3\text{H}_8$ , %	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ , %	$\text{N}_2$ , %	$\text{CO}_2$ , %	Сумма, %
98,16	0,70	0,22	0,05	0,82	0,05	100

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

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

$$\text{CH}_4^{\text{вл}} = \text{CH}_4^c \frac{100 - H_2\text{O}}{100} = 98,16 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 97,18\% . \quad (9)$$

Далее производится расчет и сводится в таблицу 25.



Таблица 25 – Состав влажного газа

$\text{CH}_4^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{C}_2\text{H}_6^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{C}_3\text{H}_8^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{C}_4\text{H}_{10}^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{N}_2^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{CO}_2^{\text{ВЛ}}$ , %	$\text{H}_2\text{O}$ , %	Сумма, %
97,18	0,69	0,22	0,05	0,81	0,05	1,00	100

Определим теплоту сгорания газа:

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

$$Q_{\text{H}}^{\text{P}} = 358,2 \cdot 97,18 + 637,5 \cdot 0,70 + 912,5 \cdot 0,22 + 1186,5 \cdot 0,05 = 35433 \text{ кДж/нм}^3.$$

Теоретически необходимое количество сухого воздуха:

$$L_0 = 0,0476(2 \cdot \text{CH}_4 + 3,5 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 5 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 6,5 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10}), \quad (11)$$

$$L_0 = 0,0476(2 \cdot 97,18 + 3,5 \cdot 0,69 + 5 \cdot 0,22 + 6,5 \cdot 0,05) = 9,43 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

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

$$L'_0 = 1,016 \cdot L_0. \quad (12)$$

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

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

$$\text{сухого воздуха } L_{\alpha} = \alpha \cdot L_0 = 1,2 \cdot 9,43 = 11,32 \text{ нм}^3/\text{нм}^3; \quad (13)$$

$$\text{атмосферного воздуха } L_{\alpha}' = \alpha \cdot L_0' = 1,2 \cdot 9,58 = 11,50 \text{ нм}^3/\text{нм}^3. \quad (14)$$

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

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + 2 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 3 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 5 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12}); \quad (15)$$

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

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot L_{\alpha} + 0,01 \text{ N}_2; \quad (17)$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1) \cdot L_0. \quad (18)$$

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

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

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

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

Общее количество продуктов горения составляет:

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

$$m_{O_2} = V_{O_2} \cdot \rho \cdot \alpha. \quad (19)$$

$$V_{O_2} = L_0 \cdot 0,2 \cdot 100. \quad (20)$$

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

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

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

$$\text{Тогда } t_{\text{общ}} = \frac{35433}{12,50} + \frac{11,50 \cdot 1200}{12,50} = 3939 \text{ кДж/нм}^3. \quad (21)$$

По  $i-t$ -диаграмме находим теоретическую температуру горения при  $\alpha = 1,2 - t_{\text{теор}} = 2250^\circ\text{C}$ . Калориметрическая температура горения по этой же диаграмме при  $\alpha = 1,2 - t_k = 2390^\circ\text{C}$ .

## 6.2 Тепловой баланс печи

Зона подогрева и обжига [5]

Приход тепла

Химическое тепло от горения топлива:

$$Q_{\text{гор}} = 4,187 \cdot Q_H \cdot V, \quad (25)$$

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

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

Физическое тепло воздуха определяем:

$$Q_{\text{воз}} = L_\alpha \cdot t_{\text{воз}} \cdot V, \quad (26)$$

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

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

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

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

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

Расход тепла

Расход тепла на нагрев материалов до температуры обжига:

$$Q_{\text{нагр}} = 4,187 \cdot (P_{\text{час}} \cdot c_k t_k - P_c \cdot c_n t_n), \quad (27)$$

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

$$t_n = 80 \text{ °С};$$

$$t_k = 1300 \text{ °С};$$

$$C_n = 0,824 \text{ кДж/кг·град};$$

$$C_k = 1,218 \text{ кДж/кг·град}.$$

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

Расход тепла на испарение физической влаги, содержащейся в материале:

$$Q_{\text{исп}} = 4,187 \cdot [600 - 0,47(t_{\text{ух}} - t_n^M)] W_{\text{вл}}, \quad (28)$$

где  $W$  – количество испаряемой влаги, кг/час:

$$W = P_{\text{час}} \frac{\omega}{100 - \omega} = 6850 \frac{1}{100 - 1} = 69,19 \text{ кг/час}. \quad (29)$$

где  $\omega$  – 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·°С;  $t_n^M$  – температура влажных материалов, поступающих в печь, 80°С;  $t_{\text{ух}}$  – теплосодержание водяных паров, 250°С.

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

Потери тепла с уходящими продуктами горения, объем продуктов горения:

$$Q_{\text{дым}} = V_{\alpha} \cdot i_{\text{дг}} \cdot B, \quad (30)$$

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

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

Потери тепла через кладку (футеровку).

$$Q_{окр} = \frac{4,187 \cdot F(t_k - t_n)}{\sum \frac{S}{\lambda_{ср}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (31)$$

где  $F$  – площадь стен и свода,  $m^2$ ;  $t_n$  – температура газа на данном участке,  $^{\circ}C$ ;  $t_k$  – температура окружающего воздуха,  $^{\circ}C$ ;  $\sum \frac{S}{\lambda}$  – сумма тепловых сопротивлений отдельных слоев кладки,  $Вт/м^2 \cdot град$ ;  $S$  – толщина слоя кладки,  $м$ ;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $Вт/м \cdot град$ ;  $\alpha_2$  – коэффициенты теплопередачи воздуха и газа,  $Вт/м^2 \cdot град$ , принимаем  $\alpha_2 = 15 \text{ Вт/м}^2 \cdot град$

Потери тепла через стены:

Позиция 1–5,  $L=15м$  (рисунок 3)

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

$$t_1 = 250 \text{ }^{\circ}C;$$

$$t_2 = 140 \text{ }^{\circ}C;$$

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

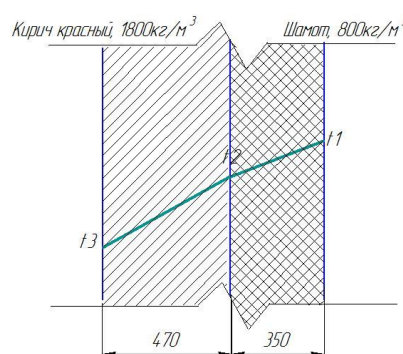


Рисунок 3 –Разрез футеровки на позициях 1–5

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

$$\lambda_{ср2} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{140 + 80}{2} = 0,53 \text{ Вт/м} \cdot град;$$

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

Позиция 6–10,  $L=15м$  (рисунок 4)

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

$$t_1 = 450 \text{ }^{\circ}C;$$

$$t_2 = 300 \text{ }^{\circ}C;$$

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

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

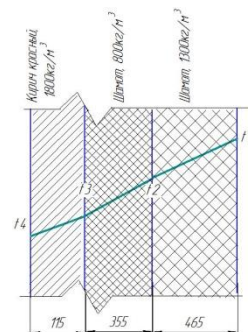


Рисунок 4 –Разрез футеровки стены на 6–10позициях

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

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

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

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

Позиция 11–19, L=27м (рисунок 5)

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

$$t_1 = 900 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 650 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_3 = 420 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_4 = 280 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_5 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

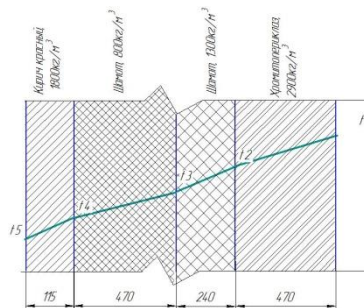


Рисунок 5 –Разрез футеровки стены на 11–19позициях

$$\lambda_{cp1} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{900 + 600}{2} = 1,83 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 420}{2} = 0,71 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{420 + 280}{2} = 0,36 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{280 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м·град};$$

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

Позиция 20–31, L=36м (рисунок 6)

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

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

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

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

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

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

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

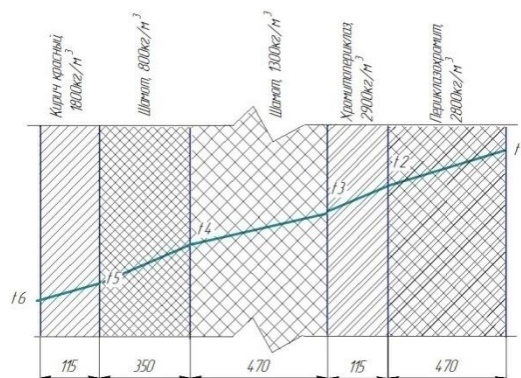


Рисунок 6 –Разрез футеровки стены на 20–31 позициях

$$\lambda_{\text{ср1}} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1300 + 1050}{2} = 3,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср2}} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{1050 + 800}{2} = 1,68 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср3}} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{800 + 600}{2} = 0,74 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср4}} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{600 + 280}{2} = 0,40 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{\text{ср5}} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{280 + 100}{2} = 0,57 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

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

Потери через свод:

Позиция 1–10, L=30м (рисунок 7)

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

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

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

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

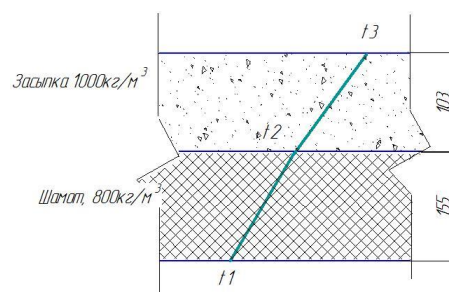


Рисунок 7 –Разрез футеровки свода на 1–10 позициях

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

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

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

Позиция 11–19, L=27м (рисунок 8)

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

$$t_1 = 900 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

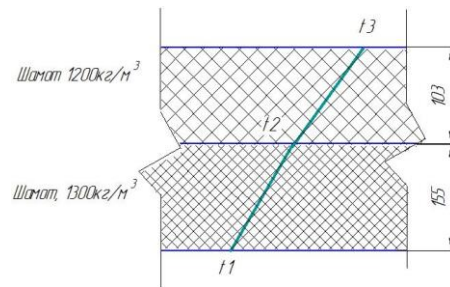


Рисунок 8 –Разрез футеровки свода на 11–19 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{900 + 400}{2} = 0,73 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{400 + 100}{2} = 0,44 \text{ Вт/м·град};$$

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

Позиция 20–31, L=36м (рисунок 9)

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

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

$$t_2 = 750 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

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

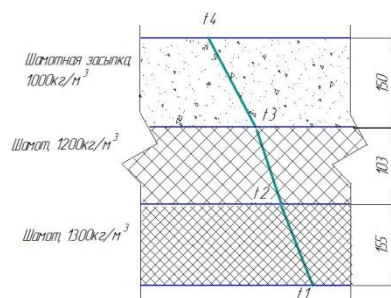


Рисунок 9 –Разрез футеровки свода на 20–31 позициях

$$\lambda_{cp1} = 2,8 - 0,00098t = 2,8 - 0,00098 \cdot \frac{1300 + 750}{2} = 1,80 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{750 + 400}{2} = 0,55 \text{ Вт/м·град};$$

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

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

Общее количество теплоты:

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

Расход тепла на нагрев транспортных устройств:

$$Q_{мп} = G'_{\phi} (C'_{\kappa} t_{\kappa1} - C'_n t_n) + G''_{\phi} (C''_{\kappa} t_{\kappa2} - C''_n t_n) + G'''_{\phi} (C'''_{\kappa} t_{\kappa3} - C'''_n t_n), \quad (32)$$

$$C'_{\kappa} = m_1 \cdot V, \quad (33)$$

где  $m_1$ —масса 1-го слоя (ПХР), 5100кг;  $V$ —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), 4200кг:

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

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

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

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

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{неуч} = (0,05 - 0,1) Q_{прих} = 0,1 \cdot 187673 \cdot B = 187675 \cdot B. \quad (34)$$

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

$$Q_{прих} = Q_{расх}$$

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

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



### 6.3 Зона охлаждения [5]

#### Приход тепла

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

$$Q_M = 4,187 \cdot P_{cm} \cdot C_M \cdot t_{п}, \quad (35)$$

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

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

#### Тепло выносимое футеровкой вагонетки

$$Q_{\phi} = 4,187 \cdot G_{\phi} \cdot C_{\phi} \cdot t_{\phi}, \quad (36)$$

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

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

#### Физическое тепло воздуха, нагнетаемого в зону охлаждения

$$Q_{B}^{\circ} = V_{B}^{\circ} \cdot i_{B}^{\circ} \quad (37)$$

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

$$Q_{B}^{\circ} = 4,187 \cdot 125,34 \cdot V_{B}^{\circ} = 524,80 \cdot V_{B}^{\circ} \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{прих}} = Q_M + Q_{\phi} + Q_{B}^{\circ}. \quad (38)$$

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

#### Расход тепла

#### Потери тепла через кладку.

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

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

$$t_1 = 1200 \text{ °С};$$

$t_2=700\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_3=550\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_4=350\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_5=200\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_6=100\text{ }^\circ\text{C}.$

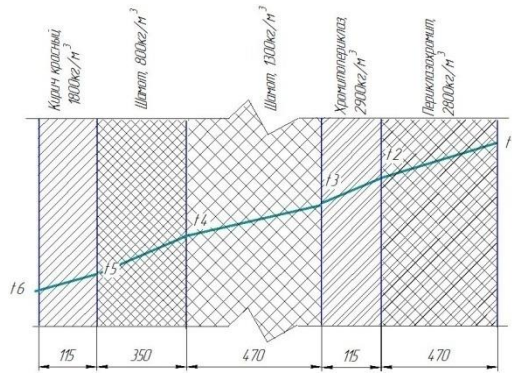


Рисунок 10 –Разрез футеровки стены на 32–37позициях

$$\lambda_{cp1} = 4,0 - 0,00082t = 4,0 - 0,00082 \cdot \frac{1200 + 700}{2} = 3,22 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp2} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{700 + 550}{2} = 1,78 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp3} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{550 + 350}{2} = 0,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp4} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{350 + 200}{2} = 0,33 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp5} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{200 + 100}{2} = 0,55 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

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

Позиция 38–41, L=12м (рисунок 11)

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

$t_1=700\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_2=550\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_3=340\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_4=180\text{ }^\circ\text{C};$   
 $t_5=80\text{ }^\circ\text{C}.$

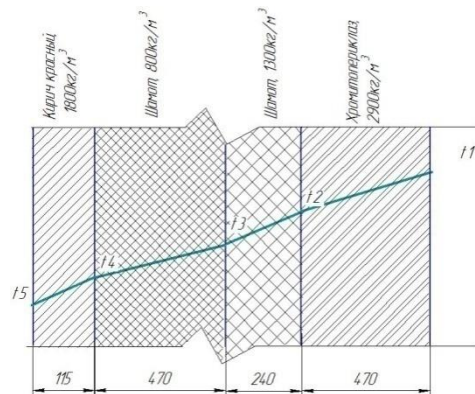


Рисунок 11 –Разрез футеровки стены на 38–41 позициях

$$\lambda_{cp1} = 2,0 - 0,00035t = 2,0 - 0,00035 \cdot \frac{700 + 550}{2} = 1,78 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{550 + 340}{2} = 0,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

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

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

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

Позиция 42–46, L=15м (рисунок 12)

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

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

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

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

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

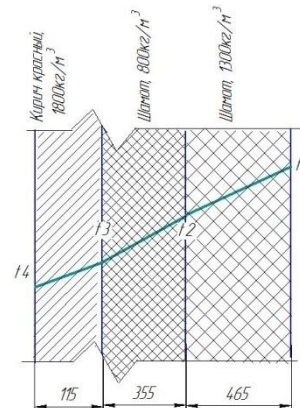


Рисунок 12 –Разрез футеровки стены на 42 – 46 позициях

$$\lambda_{ср1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{500 + 360}{2} = 0,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{ср2} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{360 + 180}{2} = 0,33 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

$$\lambda_{ср3} = 0,47 + 0,00051t = 0,47 + 0,00051 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,54 \text{ Вт/м}\cdot\text{град};$$

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

Позиция 47–57, L=18м (рисунок 13)

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

$$t_1 = 300 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

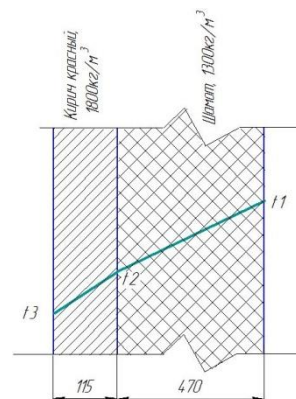


Рисунок 13 –Разрез футеровки стены на 42–57 позициях

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

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

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

Потери через свод:

Позиция 32–41, L=30м (рисунок 14)

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

$$t_1 = 1000 \text{ °С;}$$

$$t_2 = 700 \text{ °С;}$$

$$t_3 = 400 \text{ °С;}$$

$$t_4 = 100 \text{ °С.}$$

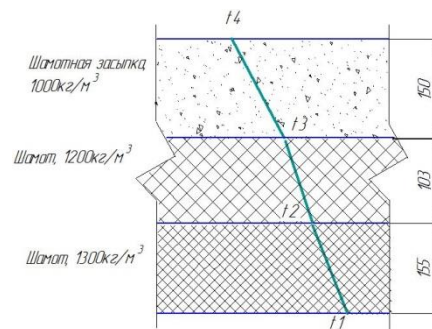


Рисунок 14 –Разрез футеровки свода на 32–41 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{1000 + 700}{2} = 0,76 \text{ Вт/м·град;}$$

$$\lambda_{cp2} = 0,35 + 0,00035t = 0,35 + 0,00035 \cdot \frac{700 + 400}{2} = 0,54 \text{ Вт/м·град;}$$

$$\lambda_{cp3} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{400 + 100}{2} = 0,35 \text{ Вт/м·град;}$$

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

Позиция 42–46, L=18м (рисунок 15)

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

$$t_1 = 600 \text{ °С;}$$

$$t_2 = 400 \text{ °С;}$$

$$t_3 = 80 \text{ °С.}$$

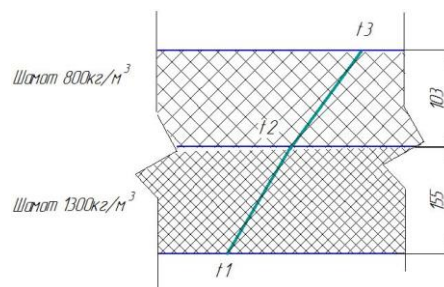


Рисунок 15 –Разрез футеровки свода на 42–46 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,61 + 0,00018t = 0,61 + 0,00018 \cdot \frac{600 + 400}{2} = 0,70 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{400 + 80}{2} = 0,35 \text{ Вт/м·град};$$

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

Позиция 47–57, L=18м (рисунок 16)

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

$$t_1 = 370 \text{ °С};$$

$$t_2 = 18 \text{ °С.}$$

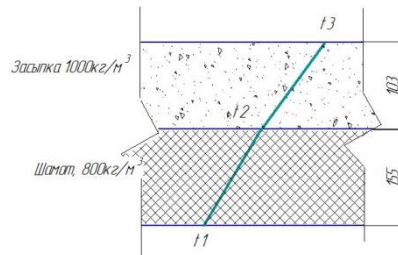


Рисунок 16–Разрез футеровки свода на 47–57 позициях

$$\lambda_{cp1} = 0,21 + 0,00043t = 0,21 + 0,00043 \cdot \frac{370 + 180}{2} = 0,33 \text{ Вт/м·град};$$

$$\lambda_{cp2} = 0,23 + 0,00049t = 0,23 + 0,00049 \cdot \frac{180 + 80}{2} = 0,29 \text{ Вт/м·град};$$

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

Общее количество теплоты:

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

Расход тепла на нагрев транспортных устройств:

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

Тепло воздуха, отводимого на сторону:

$$Q_B^c = V_B^c \cdot t_B \cdot c_B, \quad (39)$$

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

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

Неучтенные потери тепла:

$$Q_{\text{неуч}} = 0,1 \cdot Q_{\text{прих}} = 0,1 \cdot (46551665 + 524,80 \cdot V_B) = 4655167 + 52,48 \cdot V_B \text{ кДж.} \quad (40)$$

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

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх.}}$$

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

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

Тепловой баланс всей печи, при  $V = 371,49 \text{ м}^3/\text{час}$  и  $V_B = 69804,268 \text{ м}^3/\text{час}$  отображен в таблице 26

Таблица 26–Тепловой баланс обжига ППЛУ изделий

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

Таким образом, для обеспечения заданной годовой производительности на стадии термической обработки требуется природный газ северного месторождения в количестве  $371,9 \text{ м}^3/\text{час}$ .

## 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 ФЩЛ501. 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 монометрических термометров ТКП-100.

Местный контроль напора и разрежения осуществляется с помощью тягонапорометров 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, терморпар 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 SBI, 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

Объекты предприятия расположены с соблюдением санитарно защищенных зон и противопожарных разрывов, территории озеленены, дороги асфальтированы. Производственные объекты снабжены системами отопления, вентиляционными установками. В производственных помещениях, помимо основного освещения предусмотрено аварийное освещение. Аварийное освещение обеспечивает возможность безопасной эвакуации людей из помещения и продолжения работы при отключении рабочего освещения [8].

При изготовлении огнеупоров марки ППЛУ имеется целый ряд неблагоприятных факторов, которые оказывают воздействие на организм работающего.

Неблагоприятными факторами являются:

- запыленность воздуха;
- шум;
- действие пониженных и повышенных температур [11].

Каждый из этих факторов в отдельности, а так же совокупность этих факторов при недостаточном соблюдении существующих санитарно - гигиенических норм могут оказать вредное влияние на здоровье человека.

Шум в цехе от работы оборудования является постоянным. Шум даже если он невелик 50 – 60дБА, создает значительную нагрузку на нервную систему, оказывая психологическое воздействие, ослабляя внимание и остроту зрения. Поэтому уровень шума не должен превышать 80 дБА [14].

По возможности поражения работников электрическим током, участок относится к классу без повышенной опасности поражения человека электрическим током.

Производство брикета связано с переработкой пылящих материалов. Каустический магнезит относится к 3 группе по дисперсности. Предельно допус-

тимая концентрация магнезитовой каустической пыли в воздухе 4 мг/м<sup>3</sup>.

Характеристика опасных и вредных факторов при производстве огнеупоров марки ППЛУ указаны в таблице 27.

Таблица 27 –Характеристика опасных и вредных факторов при изготовлении огнеупоров марки ППЛУ

Наименование профессии	Наименование фактора	Ед. изм.	ПДУ, пдк	Фактический уровень	Величина отклонения	Продолжительность воздействия
Машинист пневмотранспорта	Химический: оксид магния	мг/м <sup>3</sup>	4,0	6,2	1,5	8ч. 00мин.
	Шум: Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	дБА	80,00	74		8ч. 00мин.
	Микроклимат: Температура воздуха, (при работе в производственных помещениях с охлаждающим микроклиматом) в теплый период года	°С	18	12,00	6	8ч. 00мин,
	Скорость движения воздуха в теплый период года Относительная влажность воздуха в теплый период года при 24°С и ниже Световая среда: Освещенность рабочей поверхности	м/с % лк	0,4 75 30	0,1 59 30		8ч. 00мин. 8ч. 00мин. 8ч. 00мин.

Продолжение таблицы 27

Наименование профессии	Наименование фактора	Ед. изм.	ПДУ, пдк	Фактический уровень	Величина отклонения	Продолжительность воздействия
Машинист мельниц	Химический: оксид магния	мг/м <sup>3</sup>	4,0	6,5	1.5	8ч. 00мин.
	Шум: Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	дБА	80,00	74		8ч. 00мин.
	Вибрация общая: Вибрация общая технологическая на постоянных рабочих местах производственных помещений	Дб	92,00	88		1ч. 00 мин.
	Микроклимат: Относительная влажность воздуха в холодный период года	%	75	30		8ч. 00мин.
	Световая среда: Освещенность рабочей поверхности	лк	20	20		8ч. 00мин.
Прессовщик огнеупорных изделий	ШУМ: телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на ЭВМ.	дБА	65,00	65		8ч. 00мин.

Окончание таблицы 27

Наименование профессии	Наименование фактора	Ед. изм.	ПДУ, пдк	Фактический уровень	Величина отклонения	Продолжительность воздействия
	Микроклимат: Температура воздуха для производственных помещений в холодный период года	°С	15	20.00		8ч. 00мин.
	Скорость движения воздуха в холодный период года	м/с	0,4	0,2		8ч. 00мин.
	Относительная влажность воздуха в холодный период года	%	75	24		8ч. 00мин.
	Световая среда: Освещенность рабочей поверхности	лк	150	61	0,41	8ч. 00мин.

С целью предотвращения выброса пыли в воздух рабочей зоны и в атмосферу предусмотрено закрытие всех ленточных конвейеров на всем их протяжении, скорость их движения не более 0,6 м/с.

Каустический магнезит транспортируется герметичными трубоцепными конвейерами. Ленточные конвейеры, дробилки, грохоты укрыты и максимально уплотнены, а так же снабжены аспирационными отсосами. Аспирационный воздух перед выбросом в атмосферу проходит очистку. В случае аварийной остановки аспирационной системы автоматически останавливается все технологическое оборудование.

Аспирационные укрытия применяют с целью обеспыливания. Разрежение внутри укрытия поддерживается 10–15 МПа. Для того чтобы, через неплотности укрытия всасывался воздух со скоростями, препятствующими проникновению пыли в помещение. Отворение укрытий, через которые

отсасывается воздух, не должны находиться в непосредственной близости к местам загрузки материала, а скорости в них следует принимать не более 1 м/с.

С целью улучшения условий труда предусмотрена уборка помещений [9].

В помещении прессов, на участке подготовки шихты имеется централизованная пневмоуборка.

Оборудование работает под напряжением 380В/220В, поэтому, согласно ПУЭ-86 все оборудование заземлено множительным медным проводом с сопротивлением не более 80 Ом.

Электробезопасность обеспечивается:

- устройством защитного заземления и защитного отключения электрооборудования при перегрузках и коротких замыканиях;

- изоляцией токоведущих частей;

- устройством предупредительной и аварийной сигнализации;

- исполнением электрических блокировок и ограждений;

- освещение рабочих зон.

Зрительные работы, проводимые на участке, относятся к разряду средней точности (4 группа) норма освещенности рабочего места при светлом фоне и среднем контрасте объекта различна и составляет 200 лк [9].

На участке недостаточно естественного света, поэтому применяется искусственное освещение, которое осуществляется с помощью ламп для высоких помещений, ламп накаливания для помещений с тяжелыми условиями труда, люминесцентных ламп для административно бытовых помещений норма освещения 200 ЛК. Освещенность участка показана в таблице 28.



Таблица 28 – Основные технические показатели освещения

Наименование объекта	Освещаемая площадь, м <sup>2</sup>	Освещенность, лк	Удельная мощность освещен., Вт/м <sup>2</sup>	Количество светоточек осв.			Вид провода
				Общих	Местных	Монтаж. розеток	
Брикетный участок	5050	100,3	20,7	815	–	56	АВВГ
Галерея	330	20	14,0	31	–	–	АВВГ

Оборудование, шумовые характеристики которого по уровню звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами уровня звука и эквивалентным уровнем звука превышает требования ГОСТ 12.1003-89 и санитарных норм, установлено в отдельных помещениях, кроме того, снабжены звукоизолирующими укрытиями. Грохоты установлены в пыле звукоизолирующей камере. Помещение операторов вынесено в отдельное изолированное помещение. Вибрация снижается за счет виброизолирующих прокладок. Тягодутьевое оборудование вытяжных систем размещено на производственных площадях, где нет рабочих мест.

Работа, проводимая с веществами третьего класса опасности (ПДК 1–4мг/м) по этому помещению имеет местную вентиляцию. Скорость движения воздуха в рабочем объеме вытяжного шкафа 0,5 – 1 м/сек, кратность воздухообмена 100–200 м /ч. Для защиты работников от поражающих факторов применяют средства индивидуальной защиты, указанные в таблице 28.

Таблица 29 – Средства индивидуальной защиты

Наименование воздействия	Наименование средств защиты
Защита от загрязнения	Хлопчатобумажный халат
Защита кожи рук	Резиновые перчатки
Защита глаз	Очки открытого типа, щиток с прозрачным экраном
Диэлектрическая защита	Диэлектрические перчатки
Защита органов дыхания	Респираторы «Лепесток»

## 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 [2]. Кроме того, предприятия загрязняют окружающую среду пылью, отходящими газами, содержащими  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  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 поступает стока 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 трудноосаж-

даемых частиц производят с помощью фильтров с сетчатыми элементами или зернистым слоем. В качестве фильтрующего материала впоследствии 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 предварительной очистки дымовых газов в ЦОМП используется групповой циклон. Выбор циклона в качестве первой ступени очистки достаточно эффективен. Так, например, в случае отключений рукавных фильтров по каким-либо причинам, не допустим значительный выброс газов в атмосферу, поскольку предвключенная ступень обычно обеспечивает эффективность пылеулавливание до 80%.

Не уловленная циклоном тонкодисперсная пыль может быть уловлена двурядный печной фильтр.

Очистка фильтрующей среды осуществляется в зависимости от разницы давления с помощью коротких импульсов сжатого воздуха. Для такого использования запатентованная технология компании Scheuch –ЕМС– вместе с тефлоновыми рукавами фильтра является самым эффективным и экономичным способом очистки. В фильтрующую среду может подаваться температура до 250°С.

Импульсный фильтр Scheuch представляет собой фильтрующий сепаратор с полностью автоматическим процессом очистки рукавов фильтра сжатым

воздухом и служит для сухого отделения пыли из технологических газов.

Неочищенный газ поступает в фильтр сбоку и с помощью отражательного щитка распределяется по рукавам фильтра. Одновременно крупные частицы пыли направляются непосредственно вниз в короб пылесборника или при необходимости в бункер для пыли.

Пыль задерживается на наружной стороне рукавов фильтра, натянутых на опорные короба, а очищенный газ под действием инжекторных сопел проходит внутрь рукавов в камеру очищенного газа.

Рукава фильтра периодически очищаются, т.е. пыль, оседающая снаружи на фильтрующих элементах, сбрасывается с фильтрующего материала струйным очистителем.

Импульсные фильтры Scheuch оборудуют с режимом очистки EMC (концепция минимального использования энергии).

Режим очистки EMC обеспечивает работу рукавных фильтров с устройством очистки импульсной струей при низком рабочем давлении (0,8 – 3,5 бар) и одновременно низком потреблении сжатого воздуха, а также повышение эффективности очистки.

За счет этого достигается экономия энергии и затрат при эксплуатации фильтра со снижением потребления сжатого воздуха и уровня шума. Очистка осуществляется в соответствии со сниженным давлением мягким способом, щадящим рукава[8].

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.

### 8.3 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций

Согласно ПУЭ-86 помещение отделения относится к классу опасности В-16

(помещения в которых работают с твердыми горючими веществами, ЛВЖ и др.).

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация на объекте – возникновение пожара. Пожарная безопасность на участке помола прессования и формовки обеспечивается организационными и техническими мероприятиями. Организационные мероприятия проводятся в соответствии с инструкцией, по пожарной безопасности. В инструкции указаны пределы ответственности руководителей малого и среднего звена по выполнению мероприятий пожарной безопасности, содержание рабочих мест, зданий, сооружений, устройство подъездных путей и др[9].

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.

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 30 – 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 значительным 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 30

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.		
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 значительным 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

Продолжение таблицы 30

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. Загорание эл.проводки или эл. приводов на ГРУ или газовой разводке печей, котлов	1.Потушить загорание угле кислотными, порошковым огнетушителями или песком	Обжигальщик, газовщик, деж. электрик	Средства пожаротушения на пожарных щитах в цехах-потребителях	загорание
5. 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 поврежденного участка. 3. Включиться в газозащитную аппаратуру, закрыть задвижку перед поврежденным участком. Стравить давление газа через свечу. Создать усиленную вентиляцию	Первый заметивший аварию  Обжигальщик, газовщик  Обжигальщик, газовщик, нач.смены цеха-потребителя, мастер газового цеха	В аварийных шкафах цеха-потребителя, у дежурных ГСС и газовщиков	Газоспасатели обследуют помещение цеха. Спасают пострадавших и оказывают помощь
6. 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 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: огнеупор	Первый заметивший аварию Обжигальщик, газовщик Обжигальщик, газовщик, нач.смены мастер газового цеха Те же	Средства пожаротушения на пожарных щитах Инструмент в аварийных шкафах	Газоспасатель и обследуют помещение цеха Спасают пострадавших и оказывают помощь



Продолжение таблицы 30

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
	ной глиной, войлоком, асбестовым полотном, огнетушителем. Закрыть полностью задвижку и открыть продувочную свечу на этом участке			Охлаждение разогретых конструкций производить паром или водой
7. Отключение эл.энергии на тепловом агрегате	1. Проверить срабатывание ГОК, если не сработал, отсечь газ вручную 2. Закрыть рабочую и контрольную задвижки на горелке, открыть свечу безопасности 3. Сообщить оператору газового цеха, диспетчеру цеха потребителя	Дежурный газовщик, обжигальщик  Те же  Те же	В аварийных шкафах цехов, у дежурных газовщиков и ГСС	Не требуется
8. Образование СО в помещениях цеха-потребителя, выше предельно	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	Первый обнаруживший признаки СО Начальник смены цеха-потребителя, обжигальщик	Средства защиты в аварийных шкафах	Газоспасатели берут воздух на анализ. Обследуют помещение и выводят людей из опасной зоны



Окончание таблицы 30

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
11. 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 4. 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
12. 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 профподвижения.

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

В данном производстве применяется повременная оплата труда. При этой форме оплаты труда работник получает заработную плату в зависимости от количества отработанного времени и уровня его квалификации. Заработная плата начисляется по простой повременной системе, т.е. по тарифной ставке работника

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

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[1].

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 периклазоуглеродистых изделий принят аналогичным режиму действующего производства, т.е. непрерывный, двухсменный, четырех бригадный, показанный в таблице 31.

Таблица 31 – Непрерывный, двухсменный, четырех бригадный график

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

Окончание таблицы 1

Смена	Отработано смен													Всего
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
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 32.

Таблица 32 – Баланс рабочего времени

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

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

$$K_{\text{спис}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{эфф}}} = \frac{365}{305} = 1,2. \quad (41)$$

Расчет явочного и списочного числа рабочих

На основании норм обслуживания оборудования проектируемого участка по производству периклазовых изделий определяется перечень профессий и количество работающих на данном участке, указанные в таблице 33.

Таблица 33 – Расстановочная ведомость

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

Явочная и списочная численности предприятия вычисляются по следующим формулам:

$$K_{\text{яв}} = N_0 \cdot n \cdot m, \quad (42)$$

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

$$N_{\text{спис}} = N_{\text{яв}} \cdot K_{\text{спис}}, \quad (43)$$

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

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

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

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

трудовыми ресурсами предусматривается за счет высвобождения работающих из действующего производства.

#### Фонд оплаты труда

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

$$\text{ФРВ} = T_p \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot R_{\text{яв}}, \quad (44)$$

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

$$\begin{aligned} \text{ФРВ}_{\text{сд}} &= \% \text{ сд} \cdot \text{ФРВ}; \\ \% \text{ сд} &= 75\%; \end{aligned} \quad (45)$$

#### Фонд рабочего времени, отработанный повременно:

$$\text{ФРВ}_{\text{повр}} = \text{ФРВ} - \text{ФРВ}_{\text{сд}}, \quad (46)$$

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

$$\text{ФРВ}_{\text{ночь}} = \frac{1}{3} \cdot \text{ФРВ}, \quad (47)$$

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

$$\text{ФРВ}_{\text{празд}} = T_{\text{пр}} \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot R_{\text{яв}}, \quad (48)$$

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

#### Рассчитываем сдельную заработную плату:

$$Z_{\text{сд}} = T_{\text{ст}}^{\text{час}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{сд}} \cdot K_{\text{сд}}, \quad (49)$$

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

#### Рассчитываем сдельно–премиальную заработную плату:

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

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



перевыполнения,  $V_{\phi} = 5\%$ .

Повременная форма основана на учете количества отработанного времени:

$$Z_{\text{повр}} = T_{\text{ст}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{повр}}, \quad (50)$$

Рассчитываем заработную плату повременнo–премиальную:

$$Z_{\text{повр-прем}} = Z_{\text{повр}} + Z_{\text{повр}} \cdot \frac{P_3}{100}, \quad (51)$$

где  $P_3$  – премия за повременную работу,  $P_3 = 25\%$ .

Рассчитываем доплаты

– за ночные

$$D_{\text{ноч}} = 0,4 \cdot \text{ФРВ}_{\text{ноч}} \cdot T_{\text{ст}}^{\text{час}}, \quad (52)$$

– за праздничные

$$D_{\text{пр}} = T_{\text{ст}}^{\text{час}} \cdot \text{ФРВ}_{\text{пр}} \cdot K_{\text{сд}}, \quad (53)$$

Рассчитываем основную заработную плату:

$$\text{ОЗП} = Z_{\text{сд-прем}} + Z_{\text{повр-прем}} + D_{\text{ноч}} + D_{\text{пр}}, \quad (54)$$

Рассчитываем основную заработную плату с районным коэффициентом:

$$\text{ОЗП}_{\text{рк}} = \text{ОЗП} \cdot 1,15, \quad (55)$$

Расчет фонда дополнительной заработной платы:

$$\text{ДЗП} = \% \cdot \text{ОЗП}_{\text{рк}}, \quad (56)$$

где  $\%$  дополнительной заработной платы = 10%

Заработная плата:

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗП}_{\text{рк}} + \text{ДЗП}, \quad (57)$$

Все расчеты для рабочего персонала произведены в 34.

Таблица 34 –Расчет для остального персонала

Наименование профессии	Разряд	Т <sup>час</sup> <sub>ст</sub> , руб	Кол.раб. в см., чел	Число смен в сутки	Фонд рабочего времени, чел · час				
					Всего, чел · час	В том числе			
						Сдельные	Повременные	Ночные	Праздн.
Прессовщик	V	28,5	2	2	17520	13140	4380	8760	480
Ссадчик	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 34

ОЗП, тыс. руб.		Доплаты, тыс. руб.		Итого ОЗП р. тыс. руб.	ОЗП р. К, руб	ДЗП		Всего ФЗП, тыс. руб.
Сд. прем	Повр прем	Ночные	Празд			%,	% от ОЗП тыс. руб.	
524,29	374,49	99,86	27,36	1026,00	153,90	10	117,99	1297,89
489,33	349,52	93,21	25,54	957,60	143,64	10	110,12	1211,36
142,57	101,84	27,16	3,72	275,28	41,29	10	31,66	348,23
142,57	101,84	27,16	3,72	275,28	41,29	10	31,66	348,23
142,57	101,84	27,16	3,72	275,28	41,29	10	31,66	348,23
280,54	200,39	53,44	7,32	541,68	81,25	10	62,29	685,22
1223,33	873,81	233,02	159,60	2489,76	373,46	10	286,32	314,96
142,57	101,84	27,16	3,72	275,28	41,29	10	31,66	348,23
					7033,58		703,36	77,37
					1055,04		105,50	1160,54
					8088,62		808,86	8897,48

Таблица 35 – Штаты и фонд зарплаты АУП

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

Затраты на сырье и материалы

Таблица 36 – Затраты на сырье и материалы

Наименование материала	Потребное количество, т/год	Цена за ед., руб.	Сумма, тыс. руб.
Плавленом периклазе фр. 3–1 мм	18075,3	1500	27113,0
Плавленом периклазе фр. 1–0 мм	2410	1600	38560
Тонкомолотый плавленом периклазе фр. <0,063 мм	18075,3	3000	54230,0
ЛСТ сухой	3171	2550	8086,1
Итого			127989,1

Расход электроэнергии за год определяется по формуле:

$$W = W_{\text{ед}} \cdot n \cdot t_{\text{сут}} \cdot T, \quad (58)$$

где  $W_{\text{ед}}$  – мощность одного двигателя, кВт;  $n$  – количество двигателей, шт;  $t_{\text{сут}}$  – время работы в сутки, ч;  $T$  – время работы в году, дней.

Определим расход электроэнергии за год на примере трубомельницы:

$$W_{\text{ед}} = 584 \text{ кВт}, n = 1 \text{ шт}, t_{\text{сут}} = 20 \text{ ч}, T = 350 \text{ дней.}$$

Таким образом,

$$W = 12 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 350 = 201600 \text{ кВт.}$$

Таблица 37 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Количество оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Расход потребляемой энергии за год, кВт	Сумма.тыс. руб.
Трубомельница	1	584	4088000	12386,64
S-образный элеватор	1	5,5	48180	266304,00
Элеватор ЭЛГ-250	1	8	56000	169,68
Смеситель СМ-1500	1	46	322000	975,66
Пресс LAEISHPF-1600	1	144	1008000	3054,24
Дозатор	3	6,0	126000	381,78
Толкатель тросовый	1	7,2	50400	152,71
Электролафет ЭЛ-30	2	14,4	201600	610,85
Садочный манипулятор СМ-1	1	34,4	240800	729,62
Кран мостовой	2	68,8	963200	2918,50
Итого				21379,68

Расчет затрат на топливо:

$$Q_1 = T_{р \text{ печи в год}} \cdot N_{расх} , \quad (59)$$

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

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

$$C_{T1} = Ц \cdot Q_1, \quad (60)$$

$$C_{T1} = 4,2 \cdot 3254252 = 13667,86 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет затрат на амортизацию

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

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

$$A = \frac{C \cdot H_a}{100}, \quad (61)$$

где  $C$  – общая стоимость основных фондов, руб.;

$N_a$  – норма амортизации, %.

Таблица 38 – Затраты на амортизацию

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость единицы, руб	Общая стоимость, тыс. руб.	$N_a$	Амортизация, тыс. руб.
Трубомельница	1	1 250 000	1250	10,8	135
Эlevator ЭЛГ-250	1	450 000	450	6,7	30,15
Смеситель СМ-1500	1	1 000 000	1000	6,7	67
Пресс LAEISHPF-1600	1	2 500 000	2500	11,2	280
Дозатор	3	150 000	450	6,7	30,15
Толкатель тросовый	1	20 000	20	3,2	0,64
Электролафет ЭЛ-30	2	250 000	500	3,2	16
Садочный манипулятор СМ-1	1	1 500 000	1500	6,7	100,5
Кран мостовой	2	2 500 000	5000	10,8	540
Итого			12670		1199,44

Прочие расходы

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

$$1199,44 \cdot 0,6 = 719,66 \text{ тыс. руб.}$$

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

$$9929,48 \cdot 0,05 = 496,47 \text{ тыс. руб.}$$

Общехозяйственные расходы составляют 5 % от фонда оплаты труда:

$$9929,48 \cdot 0,05 = 496,47 \text{ тыс. руб.}$$

Общезаводские расходы составляют 10 % от общехозяйственных:

$$496,47 \cdot 0,10 = 49,65 \text{ тыс. руб.}$$

Коммунальные расходы составляют 20% от общехозяйственных:

$$49,65 \cdot 0,2 = 9,93 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на освещение и вентиляцию составляют 10 % от расхода электро-

энергии:

$$21379,68 \cdot 0,1 = 21138 \text{ тыс. руб.}$$

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

$$12670 \cdot 0,022 = 289,66 \text{ тыс. руб.}$$

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

$$2250 \cdot 12 = 27 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 39 – 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	3050	52000	158600
2	Объем продаж по отпускным ценам	1	5000	52000	260000
3	Себестоимость всего, в том числе:		2233,82		116330,89
3.1	Переменные затраты:				111989,47
3.1.1	Сырье, в том числе				12798,91
	-плавленом периклазе фр. 3–1 мм	18075,3	1500		27113,9
	- плавленом периклазе фр. 1–0 мм	24100	1600		38560
	-тонкомолотый плавленом периклазе фр. <0,063 мм	18076,3	3000		54230
	ЛСТ сухой	3171	2550		8086,1
3.1.2	энергоресурсы всего, в том				99190,56
	- природный газ	324252	4,2		13667,86
	- сжатый воздух	80000	1,0		80
	- вода	20000	6		120
	- пар	0,073	226,0	4 380	9 899
	- электроэнергия	7056000	3,03		21379,68

## Окончание таблицы 10

№ п/п	Наименование показателей	Тонна продукции		Выпуск продукции	
		натур, выр-е	стоим., руб.	натур, выр-е	стоим., тыс. руб.
3.1.3	ФОТ производственных раб.				8897,48
3.2	Постоянные затраты:				4341,42
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 вентиляции				21,138
3.2.9	налог на имущество				289,66
3.2.10	налог на землю				27,0
4	Прибыль балансовая				143669,11
5	Налог на прибыль (24%)				34480,59
6	Чистая прибыль		1908		109188,52

## 9.3 Рентабельность и срок окупаемости

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

Рентабельность продукции:

$$R_{\text{прод}} = \frac{П_{\text{ед}}}{C_{\text{ед}}} \cdot 100\%, \quad (62)$$

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

$$P_{\text{пр}} = 1908/5000 \cdot 100\% = 38,2 \%$$

Срок окупаемости модернизации линии.

Стоимость оборудования 12 млн. рублей:

$$T = C_{\text{мон}}/П_{\text{ч}} = 12000/109188,52 = 0,1 \text{ года.}$$

Таблица 40– Сводные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Ед. измерения	Величина показателя
Годовой объем выпуска продукции	т	52 000
Количество работающих всего, в том числе:	чел.	61
производственных рабочих	чел.	56
руководители, специалисты	чел.	5
Балансовая стоимость оборудования	тыс. руб.	12670
Коэффициент загрузки оборудования		0,8
Себестоимость годового выпуска всего, в том	тыс. руб.	116330,89
Себестоимость единицы продукции	руб.	2237,0
Прибыль	тыс. руб.	143669,11
Чистая прибыль	тыс. руб.	109188,52
Рентабельность продукции	%	38,2
Срок окупаемости	год	0,1



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом заданной годовой производительности 52000 тонн в год необходимо следующее сырье в количестве, т: плавленный периклазовый порошок фр. 3–1 мм 18075,3; плавленный периклазовый порошок фр. 1–0 мм – 24100; тонкомолотый плавленный периклаз фр. <0,063 мм – 18075,3; природного газа из групп северных месторождений Западной Сибири – 371,49 м<sup>3</sup>/час.

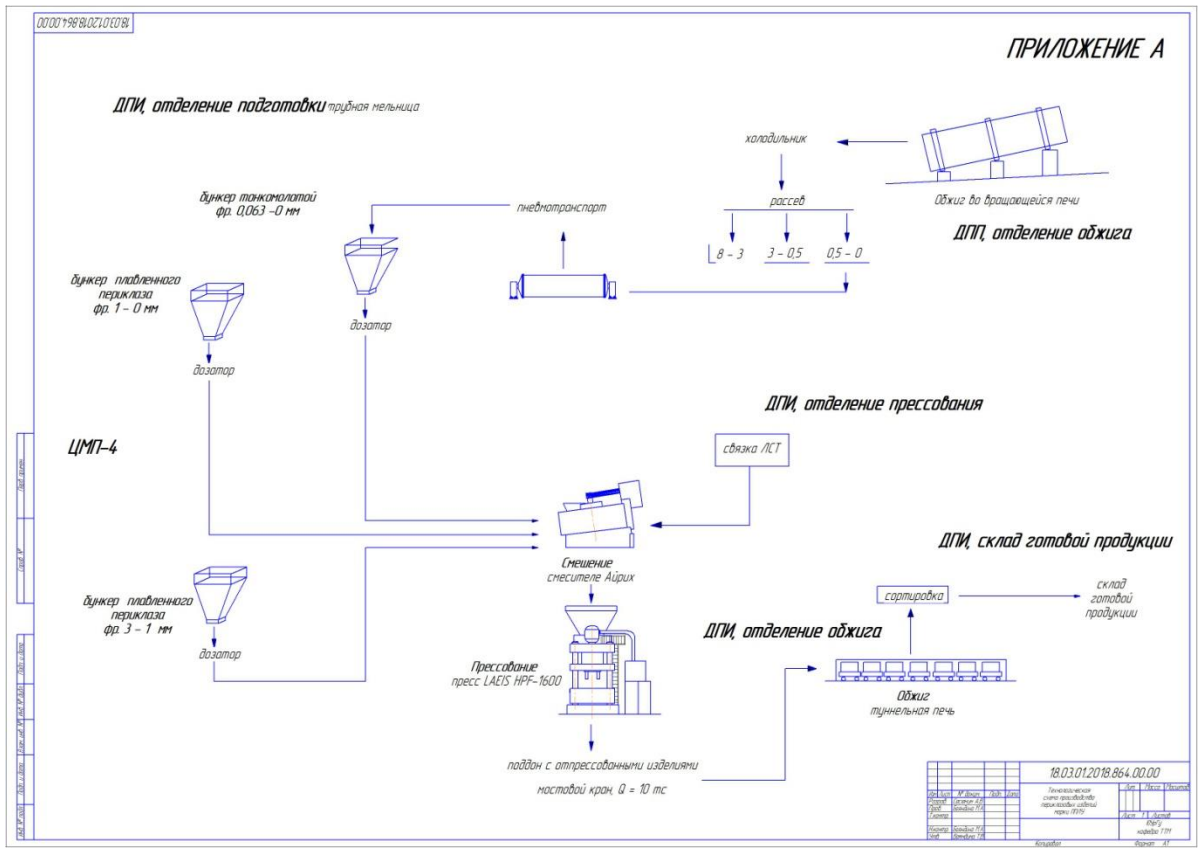
Учитывая предложенное изменение в существующую технологию позволит улучшить условия труда и энергосбережения ресурсов, при этом себестоимость готового выпуска продукции составит 116330,89 тысяч рублей, рентабельность 38,2 %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балабанов, И.Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? / И. Т. Балабанов. – М. : Ника Центр, 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. : Metallurgy, 1967.–364с.
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.: Metallurgy, 2009.–198 с.
9. 11. Ефанов, П.Д. Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии/ П.Д. Ефанов, Н.Н. Карнаух.–М.: Metallurgy, 2000.–204с .
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: Metallurgy, 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.

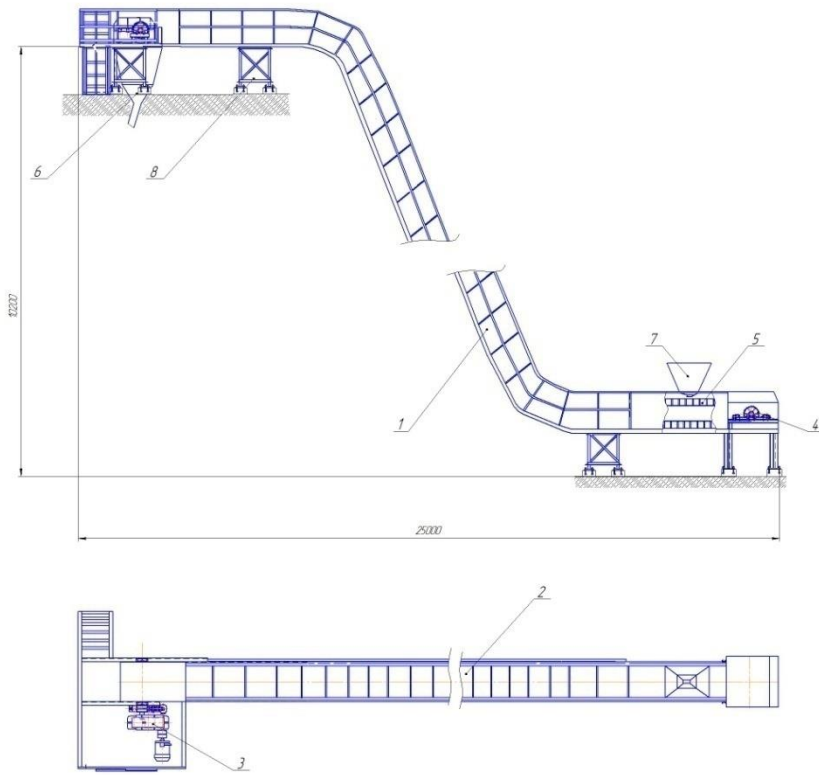
- Костовецкий. – М.: Недра, 2000.–397 с.
15. Полоцкий, А.М. Автоматизация химических производств / А.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М: Химия, 2002.–158 с.
16. Васильев, Г.А. Основы безопасности труда на предприятиях черной металлургии / Г.А. Васильев, В.Д. Жидков, Л. Г. Шакирзянова. – М.: Металлургия, 2003. –304с.
17. Хорошавин, Л.Б. Магнезиальные огнеупоры. Справочник / Л.Б. Хорошавин, В.А. Перепелицын, В.А. Кононов. – М.: Интернет Инжиниринг, 2006. – 547с.
18. Охрана труда. Под ред. Ушакова К.З. – М.: Недра, 2006.–201с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ



18.03.01.2018.864.00.00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

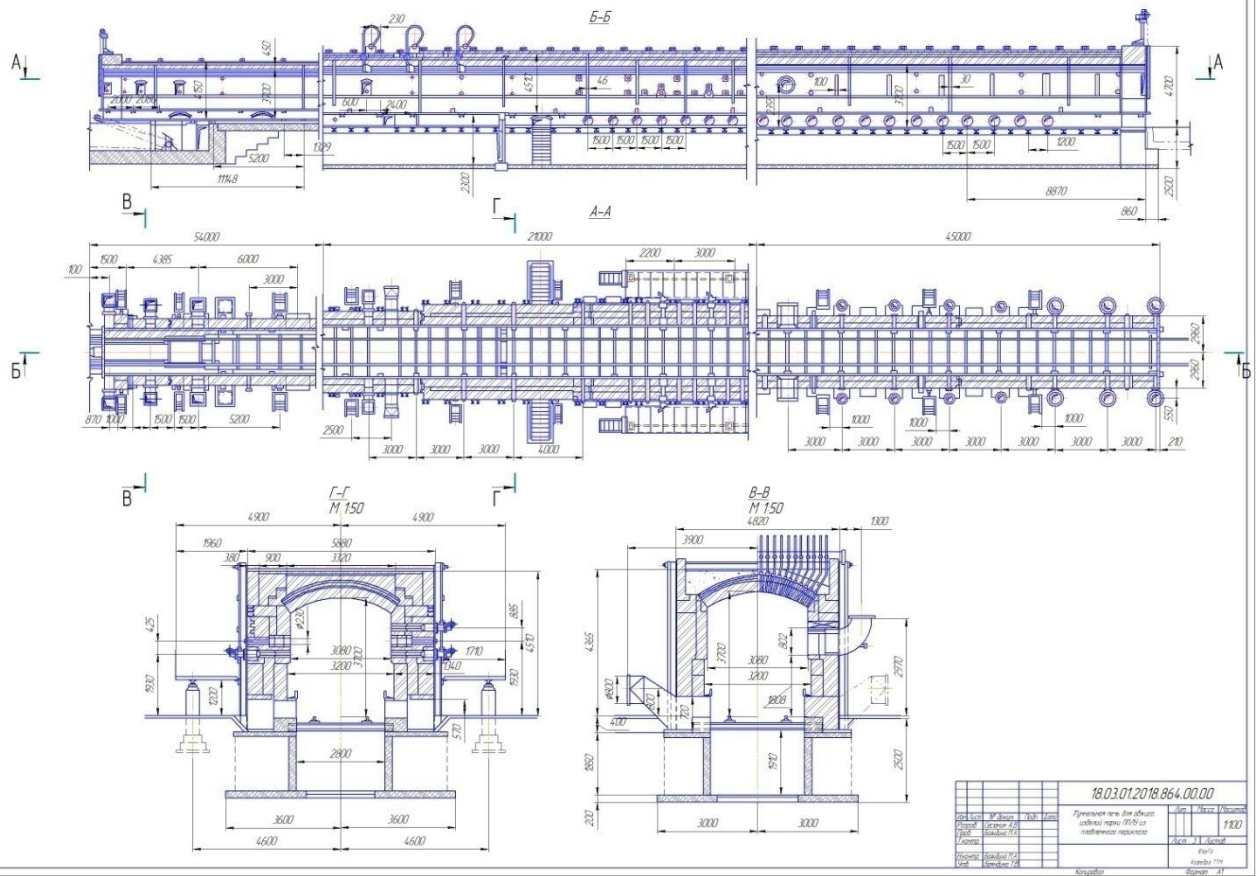


Поз	Объемные	Наименование	Материал	Масса	Примечание
1		Защитная	Л		
2		Корпус элеватора	Л		
3		Внутренняя обшивка	Л		
4		Внешняя обшивка	Л		
5		Лестница с перилами и опорами	Л		
6		Ступенчатый вал	Л		
7		Ступенчатый вал	Л		
8		Шахта	Л		

18.03.01.2018.864.00.00					
Исполн:	М.Иванов	Инж.	Иванов	Исполн:	Иванов
Проект:	С.Петров	Инж.	Петров	Исполн:	Петров
Контр:	А.Сидоров	Инж.	Сидоров	Исполн:	Сидоров
Провер:	В.Королев	Инж.	Королев	Исполн:	Королев
Согласован:				Исполн:	
Исполн:				Исполн:	
Контр:				Исполн:	
Провер:				Исполн:	
Согласован:				Исполн:	
			Корпус элеватора		

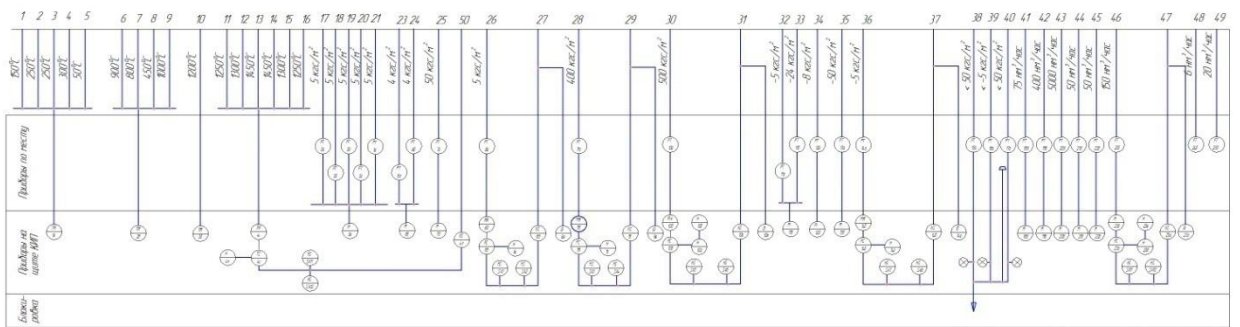
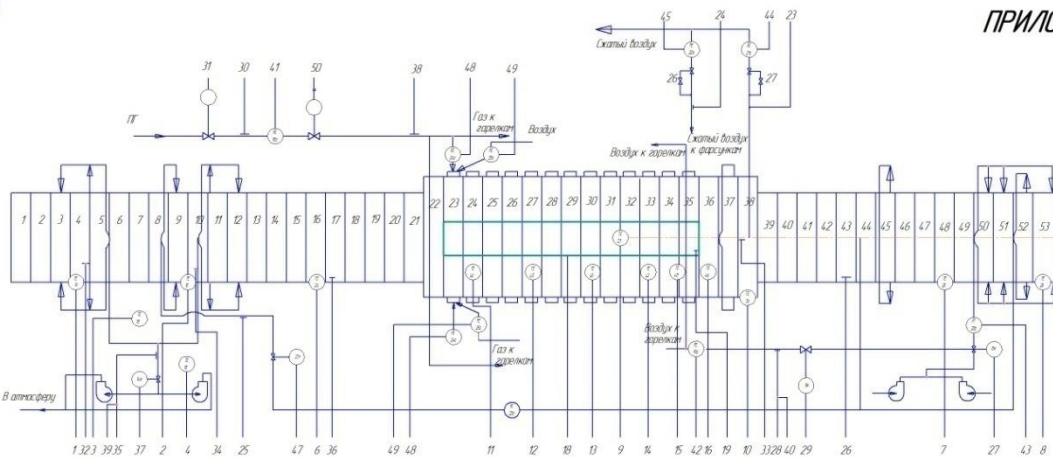
00.00.18.03.01.2018.864.00.00

ПРИЛОЖЕНИЕ В



18.03.01.2018.864.00.00		Итого	1100
№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Материал	кг	
2	Изделия	шт	
3	Услуги	шт	
4	Прочее	шт	
5	Итого		

Проектировщик: [Имя]  
 Проверен: [Имя]  
 Дата: [Дата]



		18.03.01.2018.864.00.00	
Исполн.	М.Александров	Дата	Лист 1
Провер.	И.Степанов	Титульный лист	Лист 1 из 1
Утверд.	И.Степанов	Алгоритмизация	
Доработ.	И.Степанов	проектирование производств	
Возв.	И.Степанов	Исполн. ИИ	
		Вариант И1	

п/п	Показатели	Единица измерения	Величина показателя
1	Годовой объем выпуска продукции	тонн	52 000
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	12 670
5	Коэффициент загрузки оборудования		0,8
6	Себестоимость годового выпуска всего,	тысяч рублей	116 330,89
7	Себестоимость единицы продукции	рублей	2 237,0
8	Прибыль	тысяч рублей	143 669,11
9	Чистая прибыль	тысяч рублей	109 188,52
10	Рентабельность продукции	%	38,2
11	Срок окупаемости	год	0,1

18.03.01.2018.864.00.00					
№ п/п	М.Инициал	подп.	дата	ОТЧЕТНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	лист 11
Инициал	подпись	дата		показатели	лист 11
Инициал	подпись	дата			лист 11
Инициал	подпись	дата			лист 11
Инициал	подпись	дата			лист 11