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 технологической линии производства ПУ93–10 изделий путем внедрения современного дозирующего устройства

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2018.867. ПЗ. ВКР

Руководитель, преп.
_____М.А. Баяндина
«___» _____2018 г.

Автор работы
Студент группы ДО – 515
_____Т.В. Халиулина
«___» _____2018 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент
_____Т.В. Баяндина
«___» _____2018 г.

Челябинск 2018

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

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

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студентки

Халиулиной Татьяны Вадимовны

Группа ДО-515

1 Тема работы
Совершенствование технологической линии производства ПУ 93-10 изделий путем внедрения современного дозирующего устройства

утверждена приказом по университету от 04.04.2018 г. № 580

2 Срок сдачи студентом законченной работы 01.07.2018 г.

3 Исходные данные к работе

1	Годовая производительность 14 892 т/год по готовой продукции
2	Задание для выполнения выпускной квалификационной работы
3	Нормативно-техническая литература
4	Материалы курсовых проектов
5	Отчеты по производственной и преддипломной практик

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

1	Титульный лист
2	Задание на выпускную квалификационную работу
3	Аннотация
4	Содержание
5	Введение
6	Сравнительная характеристика технологии производства ПУ изделий на основе плавленого периклаза в России и за рубежом
7	Характеристика исходного сырья

8	Технология производства ПУ 93-10 изделий
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 (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в виде презентации в программе Power Point)

1	Титульный лист: название ВКР
2	Актуальность работы
3	Цели и задачи работы
4	Характеристика исходного сырья
5	Технологическая схема производства
6	Чертеж термопечи
7	Схема автоматизации термопечи
8	Чертеж смеситель интенсивного действия
9	Основные технико-экономические показатели

7 Календарный план выполнения ВКР

№ п/п	Наименование этапов выполнения выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы
1	Сравнительный анализ технологии производства ПУ изделий на основе плавленого периклаза 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

Дата выдачи задания 04.04.2018 г.

Руководитель ВКР _____М.А. Баяндина
(подпись)(И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению_____ Т.В. Халиулина
(подпись студента)(И.О. Ф.)

АННОТАЦИЯ

Халиулина Т.В. Совершенствование технологической линии производства ПУ 93–10 изделий путем внедрения современного дозирующего устройства – Челябинск: ЮУрГУ, 2018, 131с., 3 рис., 48 табл.

Библиографический список – 21 наименование.

В выпускной квалификационной работе представлена технологическая линия производства периклазоуглеродистых изделий, на которой предложено заменить дозирующее устройство для подачи этиленгликоля на мембранный насос. Это позволит повысить качество выпускаемой продукции.

В ВКР рассчитаны материальный и тепловой балансы производства, подобрано и определено с учетом заданной годовой производительности основное и вспомогательное оборудование; а также расчет основных технико–экономических показателей производства с учетом предложенного изменения в существующую технологию.

СОДЕРЖАНИЕ

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАВЛЕНОГО ПЕРИКЛАЗА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ ……... 9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ……. 19
2.1 Характеристика сырья и вспомогательных материалов …… 19
2.2 Расчет химического состава шихты ……. 21
2.3 Характеристика готовой продукции ……. 23
2.4 Физико-химические основы производства ……. 25
2.5 Принципиальная технологическая схема производства……. 29
2.6 Расчет материального баланса и вывод расходных коэффициентов…. 34
2.7 Характеристика и количество основного и вспомогательного оборудования …… 41
2.8 Виды брака, причины появления брака, способы устранения ……... 52
2.9 Технологический и метрологический контроль в отделении……. 57
2.10 Предложения по изменению в существующею технологию производства …… 61
3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ …… 63
3.1 Характеристика основного оборудования ……... 63
3.2 Расчет горения топлива …….. 64
3.3 Расчет теплового баланса термопечи ……... 70
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ……. 75
4.1 Автоматизация участка дозирования …… 75
4.2 Автоматизация участка прессования и сушки …… 75
4.3 Автоматизация участка термообработки ……. 78
5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ….. 78
5.1 Техника безопасности …… 78

5.2 Охрана окружающей среды ……... 82
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ……... 83
6.1 Организация труда и заработной платы ……... 83
6.2 Организация инфраструктуры отделения …….. 105
6.3 Определение себестоимости продукции …… 120
6.4Расчет экономической эффективности от внедрения оргтехмероприятий …… 123
6.5 Основные технико-экономические показатели …… 124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ …….. 125
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ……... 126
ПРИЛОЖЕНИЯ …….. 128
ПРИЛОЖЕНИЕ А……. 129
ПРИЛОЖЕНИЕ Б…….. 130
ПРИЛОЖЕНИЕ В…… 131
ПРИЛОЖЕНИЕ Г…….. 132
ПРИЛОЖЕНИЕ Д…… 133

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в производстве огнеупоров решается проблема повышения качества выпускаемой продукции, а так же создания энергосберегающих технологий. Это возможно не только за счет применения качественного сырья, но и за счет внедрения современного оборудования.

Цель работы – совершенствование технологической линии производства ПУ 93–10 изделий путем внедрения современного дозирующего устройства.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– провести сравнительный анализ технологии производства ПУ изделий на основе плавленого периклаза в России и за рубежом;

– предложить изменения в существующую технологию с целью создания энергосберегающей технологии и повышения качества выпускаемой продукции;

– рассчитать материальный баланс производства;

– рассчитать тепловой баланс производства;

– подобрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудование;

– рассчитать основные технико–экономические показатели с учетом предложенных изменений в существующую технологию.

Предложенное изменение в существующую технологию, позволяет повысить не только качество выпускаемой продукции, но и сэкономить энергетические ресурсы. При замене дозирующего устройства для этиленгликоля на мембранный насос, получен экономический эффект в сумме 89 355 рублей, рентабельность производства 22 %.

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАВЛЕНОГО ПЕРИКЛАЗА В РОССИИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Исходным сырьем для производства периклазоуглеродистых огнеупоров на основе плавленого периклаза является природный магнезит.

В России основным месторождением для производства магнезиальных огнеупоров является Саткинское месторождение, включающее Карагайское, Волчегорское и Гологорское месторождения. Наиболее качественным сырьем является магнезит Карагайского месторождения, отличающийся от Волчьегорского пониженным содержанием оксида кальция. Отношение CaO/SiO для Карагайского месторождения составляет меньше единицы. В магнезитах Волчьегорского месторождения, наоборот, отношениеCaO/SiOбольше единицы. Средний химический состав магнезита рассматриваемых месторождений приведен в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что более качественным сырьем является карагайский магнезит [1].

Таблица 1 − Химический состав магнезита наиболее крупных месторождений Саткинской группы, масс. %

Компоненты	Месторождения					
	Гологорское		Волчьегорское		Карагайское	
	пределы колебаний	среднее значение	пределы колебаний	среднее значение	пределы колебаний	среднее значение
MgO	43,17−47,95	45,02	40,12−48,10	44,5	44,8−49,5	46,60
CaO	0,03−2,62	0,85	0,40−7,80	1,92	0,10−2,47	0,81
SiO	0,04−5,28	0,90	0,02−1,40	0,72	0,10−2,18	0,63
$A1_2O_3$	0,04−5,46	0,47	0,09−1,52	0,38	0,04−5,00	0,40
Fe_2O_3	Следы −0,94	0,29	Следы− 0,90	0,20	Следы−0,82	0,25
FeO	0,10−0,98	0,35	0,15−1,20	0,60	0,10−0,67	0,21
MnO	0,03−0,20	0,045	0,0−0,20	0,05	0,02−0,07	0,045
P_2O_5	Следы−0,27	0,05	Следы−0,20	0,06	Следы−0,23	0,05

Окончание таблицы 1

S	Следы–0,49	0,11	Следы−0,25	0,07	Следы−0,35	0,08
H_2O	0,02−0,80	0,24	0,10−0,25	0,21	0,02−0,80	0,22
$\Delta m_{прк}$	47,24−51,81	49,95	46,90−51,52	49,80	48,5−51,9	51,0

Основные месторождения природного магнезита за рубежом сосредоточены в следующих странах: Китай, Греция, Австрия, Турция, Япония.

Основными примесями природного магнезита являются доломит и диабаз. Следовательно, для получения качественных периклазовых порошков необходимо природное сырье обогащать. Существуют следующие способы обогащения природного магнезита: в тяжелых суспензиях, флотацией и химическим методом.

На комбинате «Магнезит» основным способом обогащение является обогащение в тяжелых суспензий.

За рубежом обогащение природного магнезита чаще всего проводят флотационным методом.

Обогащенное сырье обжигают с целью получения спеченного периклаза. Стадия обжига необходима, т.к. исходное сырье является карбонатной породой и при термической обработке наблюдается уменьшение материала на 25 %.

Спеченный периклаз используют для получения плавленого. Плавленый периклаз получает в электродуговых печах плавлением на блок.

Повышение качества порошков достигается увеличением размеров кристаллов спеченного MgO, вследствие чего уменьшаются его удельная поверхность и скорость растворения в шлаке. Поэтому обжиг магнезита стремятся вести так, чтобы получить максимальный размер кристаллов MgO, который достигается повышением температуры и введением добавок (Fe_2O_2, ZrO_2). Рост кристаллов в этом случае происходит за счет процессов рекристаллизации, однако вводимые добавки не всегда улучшают другие свойства.

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

К другим требованиям к качеству периклазового порошка для производства

углеродсодержащих изделий являются высокое соотношение CaO/SiO_2 и низкое содержание полуторных оксидов (Fe_2O_3, $A1_2O_3$ и др.) и оксида бора B_2O_3.

Размер кристаллов периклаза влияет на степень износа изделий в разных зонах конвертера. Содержание углерода при этом сильно влияет на износ.

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_2+ Fe_2O_3). В случае применения периклаза с крупными зернами (1−2 мм) потери массы огнеупоров зависят не от количества примесей, а от размеров кристаллов периклаза, а именно – с увеличением размеров кристаллов потери массы уменьшаются. Поэтому для стабилизации структуры, устойчивой при высоких температурах, рекомендуется в качестве периклазового порошка использовать крупнозернистый периклаз с кристаллами больших размеров, поскольку чем больше диаметр кристаллов, тем меньше вероятность контакта зерен со шлаком и тем выше стойкость изделий. По суммарным разведанным запасам кристаллических магнезитов Россия занимает второе место в мире [1].

Свойства периклазовых порошков, применяемых для изготовления конвертерных огнеупоров в других странах, приведены в таблице 2.

Таблица 2 − Некоторые свойства периклазовых порошков зарубежных стран

Страна	Содержание, %						Плотность, г/см^3	Пористость, %
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	B_2O_3	MgO		
Греция	1,5	0,1	0,5	2,9	0,01	95,0	3,35−3,45	
Австрия	0,5	0,2	5,1	2,5	0,05	91,7	3,30−3,90	
Турция	0,9	0,07	0,3	2,0	0,02	96,6	3,30−3,40	
Япония	0,34	0,11	0,08	0,89	−	98,2	3,33	1,11
	2,19	0,07	0,08	1,29	−	96,3	3,32	1,75
	0,11	0,06	0,24	0,49	−	99,0	3,49	1,76

Китай является одним из крупнейших поставщиков периклазового порошка на российский рынок. Основные запасы сырья магнезита (80 %) сосредоточены в провинции Ляонин. Для получения качественного периклазового порошка фирма «LiaoningMagnesiteCo» методом флотации получает магнезит, который после двукратного обжига содержит до 98 % MgO и менее 1,5 % SiO_2. Готовый клинкер имеет следующий химический состав, масс. %: 98,08−98,19 MgO; 0,75−0,77 CaO; 0,32−0,33 SiO_2; 0,47−0,50 Fe_2O_3.

Китайский плавленый периклаз, отличающийся стабильным качеством.

Таблица 3 − Свойства плавленого китайского периклаза

Сорт	Химический состав, %					Плотность, г/см'
	MgO	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	
1	98	1,0	0,5	−		более 3,45
2	97	1,2	1,45	0,5	0,5	более 3,45
3	96	1,5	2	0,7	0,6	более 3,45
4	92	2	5	1	1,3	более 3,45

Китайский периклаз (сорт 2) представлял собой механическую смесь пяти разновидностей периклазового материала различной микроструктуры и минерального состава. Гранулометрический состав 3−5 мм. Полностью проплавленное вещество составляло 80−90 %, остальное − интенсивно спеченный периклаз из корки блоков. Периклаз среднего качества из-за повышенной пористости (до 15 %) и наличия недоплава.

Основные производители плавленого периклаза в мире приведены в таблице 6.

В частности, крупнейший европейский изготовитель германская фирма «Динамит Нобель» (DinamitNobileFlick) наряду с плавленым периклазом на шести электропечах плавит корунд, муллит, шпинель, оксид циркония, и определить мощности по одному виду продукта в таком случае затруднительно. Все определяет спрос, и «Динамит Нобель» оперативно на него реагирует. Широкий ассортимент продукции повышает экономическую устойчивость производителей

в рыночных условиях, и большинство из них следует этому направлению, в том числе и российские предприятия [5].

Один из крупных изготовителей магнезиальных продуктов из океанической воды японская фирма «Татехо» (TatehoChemicalIndastriesCo., Ltd). В качестве сырья используется рапа Мертвого моря.

«Татехо» производит 5 типов плавленого и спеченного периклаза, в том числе монокристаллы марки SSC, имеющие плотность 3,52 г/см^3, прочность на сжатие 630 МПа, прочность на изгиб − 140 МПа. Монокристаллы периклаза хорошо пропускают свет в диапазоне 0,2−0,8 мкм и используются в специальных оптических устройствах.

Кроме этого, «Татехо» выпускает поликристаллический плавленый периклаз марки SSB в виде слитков, вырезаемых из блоков. Эти изделия могут работать при температурах 2600 °С, противостоя действию серебра, золота, кобальта, меди, никеля, платины, а также основных шлаков, щелочей и галогенов.

Высокочистый плавленый периклаз марки SSP применяют для производства электрокерамики, на атомных станциях и в ракетах, а марки PHI и RHID используются для магнезиальных цементов [6].

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

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

Показатель	Марка					
	КМА Н	КМА	КМВ	КМА	КМА	КМВ-ТЕ
Химический состав, %						
MgO	99,1	98,5	98,2	98,5	98	97,3
CaO	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,5
Fe_2O_3	0,12	0,20	0,25	0,15	0,2	0,25
Al_2O_3	0,25	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
SiO_2	0,20	0,40	0,60	0,40	0,50	0,70
Пористость, %	3,00	3,40	3.325	3,20	3,20	3,20

Окончание таблицы 4

Плотность, г/см^3	3,43	3,40	3,35	3,20	3,20	3,20
Средний диаметр кристаллов, мкм	200	500	600	1000	1100	1100

Зерновой состав периклазовых порошков фракции, мм: 5−3; 3−1; 1−0,2; 0,2−0,088 и менее 0,088 мм. Для фрикционных изделий выпускается периклаз марки TD–X, содержащий 99,4 % MgO. В Австралии наряду с компанией QMAG, производящей около 50 тыс. т плавленого периклаза, две марки которого EFH1 и EFH2 экспортируются, существует фирма «MagnesiaPty», производящая 21 000 т плавленого периклаза. Характеристики экспортируемого периклаза приведены в таблице 5.

Таблица 5 − Экспортный периклаз Австралии

Показатель	Марка F.FH1	Марка EFH2
MgO	97,6	96,2
CaO	1,8	2,8
SiO_2	0,35	0,7
Al_2O_3	0,05	0,1
Fe_2O_3	0,1	0,1
B_2O_3	0,003	0,003
Плотность, г/см^3	3,54	3,48
Размер кристаллов, мкм	1000	600

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

Таблица 6 − Химический состав периклаза компании «Дженерал Электрик»

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	
	Марка 12717	Марка 12716
MgO	97,3	95,5
SiO_2	1,6	3
CaO	0,7	1,3
Fe_2O_3	0,15	0,07
Al_2O_3	0,1	0,08
Бор (частей на миллион)	300	5

Соотношение оксидов кремния и кальция, равное примерно 2,3 , характерно не только для марки 12701. Очевидно, «Дженерал Электрик» и некоторые другие фирмы корректируют это соотношение в процессе производства периклаза [5].

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

Таблица 7 − Химический состав периклаза фирмы «Нортон» США

Наименование оксидов	Содержание оксидов, %	
	Магнорайт–Л	Магнорайт–70
MgO	95,92	93,06
SiO_2	0,9	3,9
CaO	1,18	1,2
Fe_2O_3	0,18	0,14
R_2O_3	1,83	1J

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

ДРОБЛЕНИЕ
↓
КАУСТИЗАЦИЯ
↓
РАСТВОРЕНИЕ
↓
ФИЛЬТРАЦИЯ И ПРОМЫВКА
↓
ОСАЖДЕНИЕ
↓
ФИЛЬТРАЦИЯ И ПРОМЫВКА
↓
СУШКА И КАУСТИЗАЦИЯ
↓
БРИКЕТИРОВАНИЕ
↓
ОБЖИГ

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 $MgCO_3 \cdot 3H_20$ разлагается при низкой температуре, что обеспечивает получение чистого оксида магния с повышенной химической активностью.

После брикетирования при 400 °С и обжига в шахтной печи при 2000 °С получают спеченный порошок с содержанием MgO>99 **%** и плотностью 3,35−3,40 г/см^3. 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 [6].

В Сербии, Израиле, Словакии и бывшей ГДР применяют процесс Рутнера, основанный на растворении в соляной кислоте низкокачественных магнезитов, хвостов флотации, применении растворов бишофита или других солей с высоким содержанием магния. В полученном растворе находятся примеси (нерастворенные остатки) и хлориды металлов (Fe, Al, Cr, Na, Ca и др.). Раствор нейтрализуют активной пылью до pH = 4−6, и все трехвалентные металлы осаждаются. Образовавшийся осадок с коллоидно растворенными примесями (SiO, и др.) отфильтровывают и утилизируют.

Фильтрат с MgCl, и CaCl направляют в пирогидролиз и получают MgO, который после многократной промывки подвергают каустизации и дальнейшей переработке. Процесс требует кислот защитного оборудования, на 1 тонн MgO образуется до 10 тонн некондиционной соляной кислоты. Осуществление процесса также требует большого количества энергии, эквивалентного 1,2 тонн мазута на 1 тонн продукта [3].

Технологическая схема производства периклазоуглеродистых огнеупоров приведена на рисунке 2, которая сформировалась на основе многолетней работы предприятий огнеупорной промышленности в России. Компоновка оборудования реализована по вертикальной схеме, а горизонтальная схема применяется чаще в зарубежной практике и условно состоит из трех участков, не имеющих жесткой связи между собой.

Перемешивание массы происходит в планетарных смесителях. Из зарубежных специализированных фирм следует выделить две – «Лайс» и «Айрих», продукция которых широко распространяется на российских заводах.

Связки в периклазоуглеродистые шихты при смешении вводят, как правило, на второй стадии, и здесь существует два подхода к способу реализации: введение и быстрое смешивание (Япония) и медленное введение и длительное перемешивание (Германия).

Оптимальное соотношение экономических и технических требований достигаются при прессовании изделий с использованием гидравлических, фрикционных, изостатических и других прессов. На огнеупорных заводах

Россиии за рубежом применяют прессы фирмы «Лайс», т.к. имеют большие технические возможности по выбору оптимального режима прессования различных масс, возможности регулирования прессового усилия, регулирования скоростей прессования на различных этапах и т.д. [4].

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика сырья и вспомогательных материалов

Для производства периклазоуглеродистых изделий на основе плавленых материалов используются:

1. Плавленый периклаз фракции 3–1 и 1–0 мм для производства изделий марки ПУ 93–10 должен отвечать требованиям, указанных в таблице 8.

ТУ 14–8–448–83.

Таблица 8 – Требования к плавленому периклазу фракции 3–1 и 1–0 мм

Наименование показателей	Значение фракции, мм	
	3–1	1–0
1. Массовая доля, масс. %:		
MgO, не менее	93,0	93,0
CaO, не более	2,5	2,5
SiO_2, не более	2,0	2,0
2. Массовая доля зерен, масс. %:		
Остаток на сетке 4	Не допускается	–
Остаток на сетке 3, не более	10	–
Остаток через сетку 1, не более	10	–
Остаток на сетке 1, не более	–	20
Проход через сетку 05, в пределах	–	40 – 60
3.Пористость открытая, масс.%, не более	4,5	–
4.Кажущая плотность, г/см^{3,} не менее	3,35	–
5.Массовая доля влаги, масс.% не более	0,5	0,5

2. Плавленый периклаз фракции 0,063–0 мм для производства изделий марки ПУ 93–10 должен отвечать требованиям, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Требования к плавленому периклазу фракции 0,063–0 мм

Наименование показателей	Значение
1.Массовая доля, масс. %: MgO, не менее CaO, не более SiO_2, не более	 93 2,5 2,0
2.Массовая доля зерен, масс. %: Проход через сетку 0,063, не менее	 95

3. Графит ГТ–1, ГТ–2 по ГОСТ 4596– 5 марок +194.

Таблица 10 – Требования к графиту марки «+194»

Марка графита	Содержание углерода в %, min	Зольность в %, max	Содержание лет.в-ва + влажность в %, max	Рассев
+194	94	6	1	85%+100 Mesh

4. СФП марок 0125М , СФП – 0125 – 27А по ТУ 2257 – 0050 05761778–2002.

Таблица 11 – Требования к связующему фенольному порошкообразному марок СФП–0125М, СФП–0125–27А

Наименование показателей	Значение	
	СФП–0125М	СФП–0125–27А
1.Массовая доля уротропина, масс. %	6–7,5	8–11
2.Текучесть, мм	25–65	25–40
3.Массовая доля свободного фенола, масс.%, не более	1,0	
4.Остаток на сетке 01К, %,не более	0,5	2,0
5.Время желатизации, с	40–100	–
6.Коксовый остаток, масс.%, не менее	57,0	54,0
7.Потери при бикелизации, масс.%, не более	–	0,5

5. Этиленгликоль по ГОСТ 19710 – 83[7].

Таблица12 – Требования к этиленгликолю

Наименование показателей	Норматив
1. Динамическая вязкость при t (20±0,5) ^{o}C, мПа·С, не менее	18
2. Плотность при t (20±0,5) ^{o}C, г/см^{3}, не менее	1,11
3. Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость

2.2 Расчет химического состава шихты

Состав шихты для приготовления массы марки ПУ 93–10:

Плавленый периклазовый порошок фр. 3–1 мм = 50 %

Плавленый периклазовый порошок фр. 1–0 мм = 23 %

Плавленый периклазовый порошок фр. 0,063–0 мм = 17 %

Графит = 10 %

СФП = 2,5 % (сверх 100 %)

Этиленгликоль = 0,9 % (сверх 100 %) [7]

$$П.п.к = 50+23+17 = 90\ \%$$

Химический состав плавленого периклазового порошка:

$MgO \geq 93$ %; $CaO \leq 2,5$ %; $SiO_2 \leq 2,0$ % [7].

$$100\ \% – 96\ \%\ MgO$$

$$90\ \% – x$$

$$x = \frac{93 \cdot 90}{100} = 86,4\ \%$$

$$100\ \% – 1,35\ \%\ CaO$$

$$90\ \% – x$$

$$x = \frac{2,5 \cdot 90}{100} = 1,2\ \%$$

$$100\ \% – 0,6\ \%\ SiO_2$$

$$90\ \% – x$$

$$x = \frac{2{,}0 \cdot 90}{100} = 0{,}54\ \%$$

Химический состав графита: C ≤ 94 %

100 % – 94 % C

10 % – x

$$x = \frac{10 \cdot 94}{100} = 9{,}4\ \%$$

Химический состав сырца:

MgO = 83,7 %; CaO = 2,25 %; SiO_2= 1,8 %; C = 9,4 %

Пересчет на прокаленное вещество:

$$MgO = \frac{83{,}7 \cdot 100}{100-9} = 92{,}9\ \%$$

$$CaO = \frac{2{,}25 \cdot 100}{100-9} = 2{,}5\ \%$$

$$SiO_2 = \frac{1{,}8 \cdot 100}{100-9} = 2{,}0\ \%$$

$$C = \frac{9{,}4 \cdot 100}{100-9} = 10{,}3\ \%$$

Таблица13 – Требования на готовую продукцию марки ПУ93–10

Наименование показателей	Значение
Массовая доля, масс. %:	
MgO (на прокаленное вещество), не менее	93
CaO, не более	2,5
SiO2, не более	2,0
C, в пределах	10–15

Вывод: выбранное сырье соответствует требованиям на готовую продукцию.

2.3 Характеристика готовой продукции

ТУ 1590–046–00187145–2008

Таблица 14 – Марка изделий для футеровки электропечей

Марка	Характеристика
ПУ 93–10	Периклазоуглеродистые изделия с массовой долей MgO не менее 93 % и С не менее 10 % на основе плавленого периклаза

Рабочими поверхностями у изделия могут быть грани, ограниченные размерами «Н» и «S»; «S» и «L», которые изображены на рисунке 1, размеры изделий марки ПУ 93–10 приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Размеры прямоугольных изделий для марки ПУ 93–10

L, мм	H, мм	S, мм
380	150	75
Примечание: рабочими поверхностями у изделия могут быть грани, ограниченные размерами «Н» и «S»; «S» и «L».		

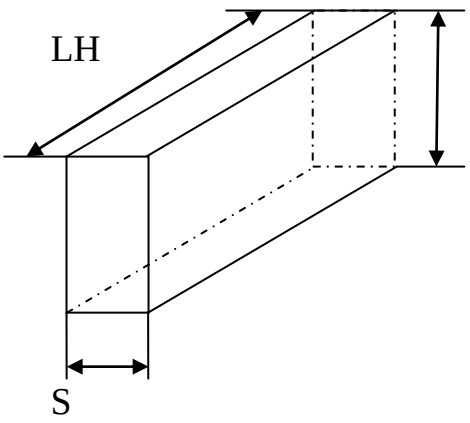

Рисунок 1 – Прямоугольный кирпич.

Таблица 16 – Предельные отклонения размеров изделий для электропечей

Размер изделий	Норма
Предельные отклонения размеров, мм:	
Прямоугольный кирпич:	
Длина L	±3
Ширина Н	±1
Толщина S	±1

Таблица 17 – Показатели внешнего вида изделий для футеровки электропечей

Наименование показателей	Норма для изделий длинной, мм	
	До 750 вкл.	Св. 750
1. Кривизна на сторонах, образующих швы, мм, не более	1,0	1,5
2. Отбитость углов и ребер глубиной, мм, не более: на не рабочей поверхности на рабочей поверхности: углов ребер	20 10 5	
3. Посечки и трещины на рабочей поверхности	не допускаются	
4. Посечки отдельные на сторонах, образующих швы: шириной до 0,3 мм вкл. св. 0,3 до 0,5 длиной, мм, не более	не нормируются 40	не нормируются 60
5. Трещины шириной св.0,5 мм: на сторонах, образующих швы	не допускаются	

Таблица 18 – Физико–химические показатели изделий для футеровки электропечей [8]

Наименование показателей	Норма для марок
	ПУ 93–10
1. Массовая доля, масс.%:	
MgO (на прокаленное вещество), не менее	93
CaO, не более	2,5
SiO_2, не более	2,0
C, в пределах	10–15

Окончание таблицы 18

2. Открытая пористость, масс.%, не более	8
3. Кажущая плотность, г/см^3, не менее	2,8
4. Предел прочности при сжатии, Н/мм^2, не менее	35
5. Потери массы при прокаливании, масс. %	7–18

2.4 Физико-химические основы производства

Плавленый периклазовый порошок хранят в бункерах технологической линии.

Истечение материала из бункера является сложным процессом. При истечении материала из полного бункера наблюдается 4 стадии:

1. Вначале выходит столб материала, расположенный над выпускным отверстием по всей высоте бункера;

2. Затем приходят в движение верхние слои материала, расположенные в центральной части бункера, и в середине бункера образуется воронка;

3. Частицы материала, соприкасающиеся с наклонными стенками, приходят в движение только тогда, когда они оказываются при истечение материала, и угол воронки становится несколько больше угла естественного откоса;

4. В последнюю очередь вытекает материал, расположенный у стенок в нижней части.

При таком истечении происходит расфракционирование, т. е. раздельное по времени истечение из бункера крупных и мелких фракций порошка.

Расфракционирование (сегрегация) происходит особенно сильно в тот момент истечения, когда образуются глубокие откосы материала в бункере. Во избежание сегрегации плавленый периклазовый порошок хранят по фракциям в разных бункерах. Зависание тонкомолотого порошка, приводящее к уменьшению выхода материала, а иногда к полному прекращению его истечения имеет место при образовании откосов и склонности материала к слеживанию.

При образовании откосов тонкомолотая фракция обладает хорошей

текучестью, то могут происходить периодические обвалы, обрушения, в результате этого нарушается точность дозирования. Для предупреждения обвалов и зависаний не рекомендуется разгружать бункера полностью.

Зависание порошков в бункерах можно предотвратить вибрацией стенок бункера, но так, же это может привести к уплотнению порошков в бункерах.

При выходе более крупных фракций может произойти образование сводов, заклинивание. Для предупреждения образования сводов рекомендуется размеры выходных отверстий делать больше, чем размер максимальных кусков.

Физические свойства графита характеризуются ярко выраженной анизотропией, обусловленной его слоистой структуры. Жирность графита на ощупь объясняется наличием тонкой пленки, которую он образует на поверхности твердого тела. Чем тоньше частицы графита, тем «жирнее» графитовый материал.

Графит вводят в шихту для повышения пластичности массы, а также увеличения электропроводности и теплопроводности изделий. При увеличении содержания графита повышается шлакоустойчивость и термостойкость, но снижается механическая прочность и устойчивость к окислению.

Связующее фенольное порошкообразное обеспечивает прочность изделий после формования и термообработки.

Процесс смешения является главной технологической операцией, определяющий срок эксплуатации изделий.

Аутогезия и внутреннее трение в углеродосодержащих массах представляют собой сложные явления и зависят от большого числа факторов.

В процессе приготовления массы величина аутогезии и внутреннего трения изменяются в соответствии с кинетикой распределения различных по своей природе компонентов шихты.

Приготовление массы состоит из трех стадий:

1. Гомогенизация массы. На этой стадии производят распределение компонентов шихты по объему массы. С ростом энергии смешивания увеличивается аутогезия и внутреннее трение массы и достигает максимальной

величины при максимальном значении энергии смешивания.

Коэффициент уплотнения массы после завершения этой стадии не превышает 1,2; масса хорошо гомогенизирована.

2. Уплотнение массы. На этой стадии снижают аутогезию, внутреннее трение и уплотняют массу до значения коэффициента уплотнения 1,3–2,1. В результате снижения аутогезии и внутреннего трения между частицами массы энергия смешивания непрерывно уменьшается.

3. Стабилизация энергии смешивания на минимальном уровне. Уплотнение массы и изменения величины аутогезии и внутреннего трения не происходит. Дальнейшее изменение свойств массы связано со значительным увеличением длительности перемешивания, поэтому применяют решение об окончании приготовления массы. Готовая масса имеет оптимальный гранулометрический состав, небольшую величину внутреннего трения и высокую насыпную плотность.

В процессе приготовления массы происходит «всплывание» графита, т. к разная плотность материала (графита и периклаза). Поэтому для приготовления масс применяют планетарные смесители фирмы «Айрих». Перемешивающее устройство данного смесителя описывают в объеме смеси сложные циклоидные пересекающиеся кривые, в результате чего масса многократно перелопачивается и хорошо перемешивается с вводимыми добавками и связкой. Происходит растворение связующего фенольного порошкообразного в этиленгликоле.

Связующее фенольное порошкообразное применяют в качестве связки, так как обладает наибольшим коксовым остатком (57–54 %).

Масса содержащая этиленгликоль и СФП, после смешения необходимо выдерживать в кюбеле перед прессованием до 2 часов. В процессе выдержки происходит дальнейшее растворение СФП в этиленгликоле, что улучшает прессуемость массы и способствует повышению прочности сырца.

Периклазоуглеродистые изделия прессуют полусухим способом на гидравлических прессах фирмы «Лайс».

В результате прессования увеличивается контактная поверхность между

частицами и их сцепление. При прессовании уменьшается пористость, снижается размер крупных пор и увеличивается общая удельная поверхность пор. При недостаточном давлении в массе могут образовываться поры заклинивания, так называемая ложно закрытая пористость. Компоненты массы в процессе прессования частично перераспределятся. Это выражается в переориентации частиц, причем широкие сечения частиц и пор располагаются в плоскостях, параллельных плоскости прессования.

Воздух, содержащиеся в массе, оказывает влияние на пористость сырца. Сжатый воздух, расширяясь, создает растягивающие усилия и образует разрыв в сырце. Поэтому целесообразно воздух из массы удалять. Это происходит во время паузы в конце прессования.

В процессе сушки этиленгликоль постепенно разлагается, а СФП полимеризуется, обеспечивая механическую прочность сформованным изделиям.

Наиболее интенсивное выделение летучих происходит в интервале температур 100–1500 °С и к температуре нагрева 200 °С выход летучих составляет около 60 %. Скорость подъема температуры при удалении летучих должна быть не более 40 С/час [4,6].

2.5 Принципиальная технологическая схема производства

Принципиальная технологическая схема производства изображена на рисунке 2.

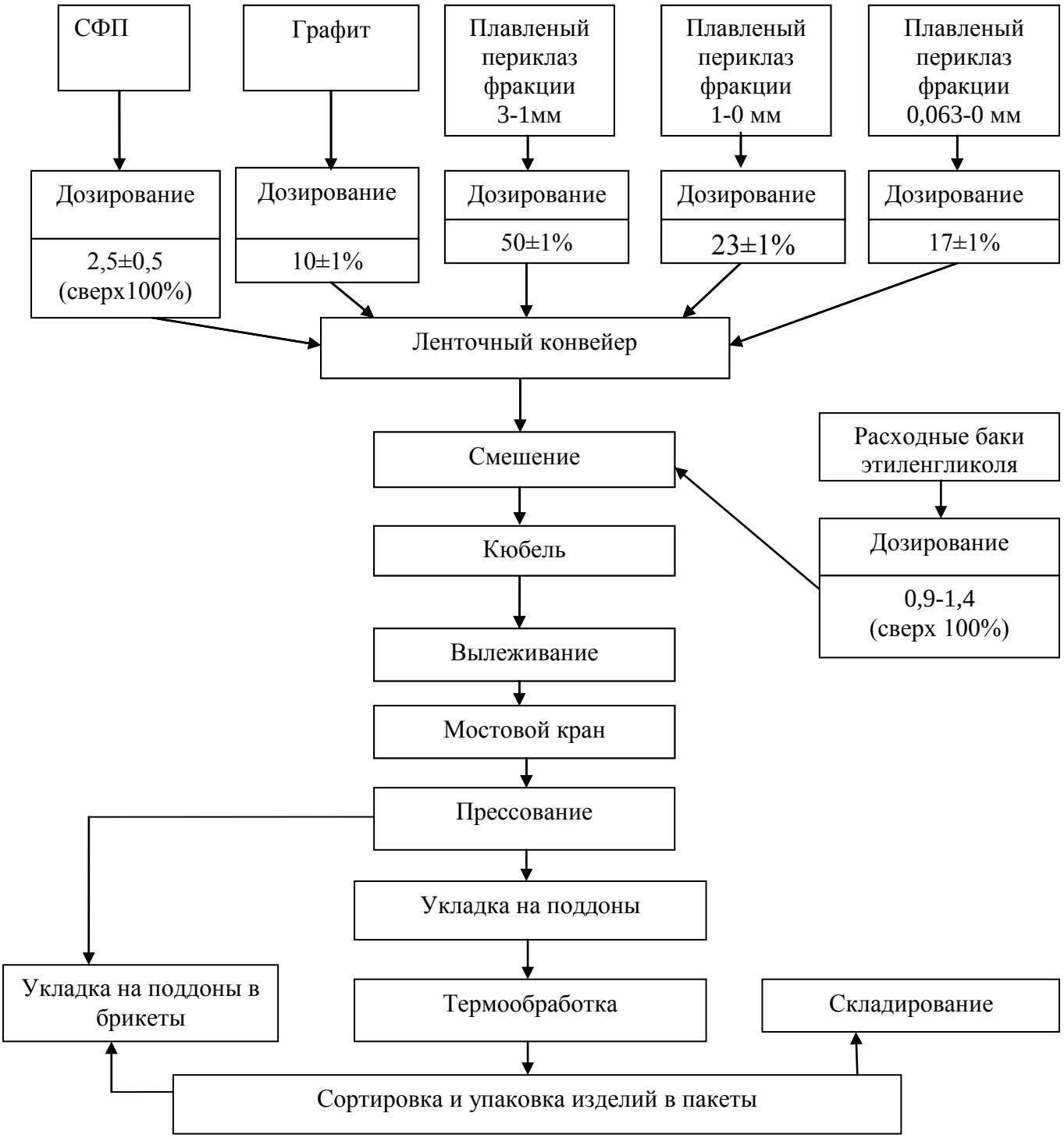

Рисунок 2 – Технологическая схема производства периклазоуглеродистых изделий марки ПУ 93–10

Плавленый периклаз фракции 3–1, 1–0 и 0,063–0 мм подаются в бункера технологической линии для производства периклазоуглеродистый изделий. Графит и связующие фенольное порошкообразное подается в разовых контейнерах в бункера. Этиленгликоль из расходных бочек насосом перекачивается в расходную емкость.

Дозировка составляющих шихту компонентов осуществляется автоматическими весовыми дозаторами.

Приготовление массы для изделий марок ПУ 93–10 производится в смесителе «Айрих» RV–15 по режиму, указанному в таблице 19.

Таблица 19 – Режимы приготовление массы в смесителе «Айрих»

Этапы смешивания	Продолжительность смешения компонентов массы, мин
1. Загрузка плавленого периклаза 3–1 и 70% слив общего количества этиленгликоля и перемешивание	1
2. Загрузка плавленого периклаза 1–0 и графита и перемешивание	1
3. Загрузка оставшегося (30 %) количества этиленгликоля и перемешивание	1
4. Загрузка плавленого периклаза 0,063–0 и перемешивание	1
5. Загрузка СФП и перемешивание, не менее	10
6. Общее время перемешивания, не менее	14
7. Масса замеса, кг, не более	650

Готовая масса выгружается в кюбеля. Массу для периклазоуглеродистых изделий марок ПУ 93 с использованием СФП 0125–27А вылеживается от 1 до 8 часов, с использованием СФП 0125М не менее 4 часов.

Прессование периклазоуглеродистых изделий марок ПУ 93 на гидравлических прессах фирмы «Лайс» с давлением прессования 140 МПа производится по режиму, указанному в таблице 20.

Таблица 20 – Режимы прессования изделий на гидравлических прессах фирмы «Лайс»

	Давление прессования, $Н/мм^2$	Продолжительность прессования изделий с длинной 460 мм и менее
1. Ступень прессования с отрывом штампа, в т. ч. выдержка при максимальном давлении	25±5	3–4 не менее 1
2. Ступень прессования с отрывом штампа, в т. ч. выдержка при максимальном давлении	45±5	3–5 не менее 1
3. Ступень прессования, в т. ч. выдержка при максимальном давлении	Не менее 140	7–8 не менее 3
4. Общее время прессования, с, не менее		13–17

Кажущая плотность спрессованных периклазоуглеродистых изделий на основе плавленых материалов должна быть:

для изделий длинной до и равной 380 мм – не менее 2,95 $г/см^3$;

для изделий длинной более 380 мм – не менее 2,9 $г/см^3$.

Спрессованные периклазоуглеродистые изделия вручную укладываются на поддоны в соответствии с утвержденными схемами укладки изделий на поддоны для термообработки.

Спрессованные периклазоуглеродистые изделия перед подачей в термопечь выдерживать в естественных условиях не более 8 часов. Поддоны должны быть чистыми. Деформированные поддоны в производство не допускать.

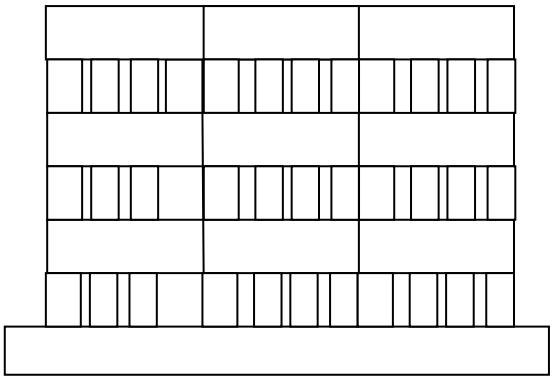

Рисунок 3 – Схема укладки изделий марки ПУ 93–10 на поддоны для термообработки

Периклазоуглеродистые изделия подаются для термообработки в термопечь по режиму, указанному в таблице 21.

Термообработанные периклазоуглеродистые изделия сортируются в соответствии с требованиями нормативной документации.

Паспортизация, упаковка, маркировка, хранение и транспортировка изделий производится в соответствии с требованиями нормативной документации.

Таблица 21 – Режим термообработки периклазоуглеродистых изделий [7,9]

Количество прогонок в сутки	Интервал прогонок, ч–мин	Температура между позициями, ^{0}C						
		7–8*	9–10*	13–14*	16–17*	18–19*	21–22*	23–24*
10–15	2–24–1–36	60	70	90	130	150	160	180
16–20	1–30–1–12	70	90	110	140	160	170	180
21–25	1–08–0–57	80	110	130	150	170	180	190
26–30	0–55–0–48	90	130	150	160	180	190	200

Примечание:
1.На позициях подачи теплоносителя в термопечь отклонения температур ±20^{0}C, на остальных позициях, помеченных знаком (*) температура дается для информации;
2.При отсутствии изделий перед печью прогонки производятся по указанному режиму термообработки до выхода всех изделий из печи;
3.Во избежание нарушения установленного интервала времени прогонок вагонов перед печью необходимо иметь сменный запас груженных поддонов с сырцами.

Продолжение таблицы 21

Температура между позициями, ^{0}C							Время термообработки, Ч–мин	
26–27	27–28	28–29	29–30	30–31	31–32	32–33	Общее	В том числе выдержка при t>180^{0}C
190	200	200	200	190	140	130	98–24–65–36	7–12–4–48
200	210	210	220	200	150	140	61–30–49–42	6–00–2–48
210	220	220	230	210	160	150	46–28–38–57	5–40–4–45
210	220	230	230	220	170	160	37–35–32–48	5–30–4–48

2.6 Расчет материального баланса и вывод расходных коэффициентов сырья

Состав шихты в пересчете на 100 % для марки изделий ПУ 93–10:

a_1= 50 % a_1 = 48,35 %

a_2= 23 % a_2 = 22,24 %

a_3 = 17 % a_3 = 16,44 %

a_4= 10 % a_4 = 9,67 %

a_5 = 2,5 % a_5 = 2,4 %

a_6= 0,9 % a_6 = 0,87 %

где a_1 – плавленый периклаз фр. 3–1 мм; a_3 – плавленый периклаз фр. 1–0 мм; a_4 – плавленый периклаз фр. 0,063–0 мм; a_5 – графит; a_6– СФП; a_7 – этиленгликоль.

Общее количество кирпичей в кольце, N, шт:

$$N = П(D+2l)/(в+d), \quad (1)$$

где $в$ – ширина изделия, мм; d– толщина шва, мм; l – длина изделия, мм; D – внутренний диаметр кольца кладки, мм [10].

N = 3,14(5900+2·380)/(150+0,5) = 140·2 = 278 шт.

Сколько изделий необходимо для кладки в зоне металла:

Зона металла – 3086 мм [10]

3086·278 = 857 908 шт.

Вес одного изделия – 12 кг.

Сколько тонн приходится для кладки в зоне металла:

N = 857 908·12 = 10 294 896 кг = 10 294,9 т.

Годовая производительность исходя из потребности изделий на одну кампанию печи:

$$Qчас = N/n \cdot t, \ т/час \quad (2)$$

где N – количество кладки в зоне шлака, т; n – количество плавок, 16 000 шт [10]; t – время плавки, 0,5 час [10].

$Q_{час}$ = 10 294,9/16 000·0,5 = 1,3 т/час

$$Qгод = Qчас \cdot 365 \cdot 24 \cdot Киспользования , \ т/год \quad (3)$$

$$Q_{год} = 1{,}3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}8 = 9\ 110{,}4 \text{ т/год}$$

Всего вагонеток 32 шт.

16 шт – ПУ 93–10

Количество изделий на поддоне – 216 шт.

Количество изделий входит в печь:

$$16 \cdot 216 = 3456 \text{ шт.}$$

Количество изделий входит в печь в сутки:

$$Q_{сут} = 3456 \cdot 12 = 41\ 472 \text{ кг/час}$$

Количество изделий входит в печь в час:

$$Q_{час} = 41\ 472 / 24 = 1728 \text{ кг/час}$$

$$Q_{год} = 1{,}7 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}8 = 14\ 892 \text{ т/год}$$

Потребность в ПУ изделиях с учетом брака термообработки:

$$Q_1 = Q_{год} \frac{100}{100 - q_1}, \text{ т/год} \quad (4)$$

где $Q_{год}$ – годовая производительность печи, т/год; q_1 – допустимый процент брака термообработки, 2 %

$$Q_1 = 14\ 893 \cdot \frac{100}{100 - 2} = 15\ 195{,}9 \text{ т/год}$$

Количества брака термообработки:

$$q_1^I = Q_1 - Q_{год}, \textit{ т/год} \quad (5)$$

$$q_1^I = 15\ 195{,}9 - 14\ 892 = 303{,}9 \text{ т/год}$$

Потребность в ПУ изделиях с учётом термического разлогания связки:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{100}{100 - q_2}, \textit{ т/год} \quad (6)$$

где q_2 – процент термического разлогания связки, 6 %

$$Q_2 = 15\ 195{,}9 \cdot \frac{100}{100 - 6} = 16\ 165{,}8 \text{ т/год}$$

Количество термического разлогания:

$$q_2^I = Q_2 - Q_1, \textit{ т/год} \quad (7)$$

$$q_2^I = 16\ 165{,}8 - 15\ 195{,}9 = 969{,}9 \text{ т/год}$$

Потребность в ПУ изделиях с учётом брака прессования:

$$Q_3 = Q_2 \cdot \frac{100}{100-q_3},\ т/год \quad (8)$$

где q_3 – процент брака прессования, 3 %

$$Q_3 = 16\,165{,}8 \cdot \frac{100}{100-3} = 16\,665{,}7 \text{ т/год}$$

Количество потерь при прессовании:

$$q_3^I = Q_3 - Q_2,\ т/год \quad (9)$$

$$q_3^I = 16\,665{,}7 - 16\,165{,}8 = 499{,}9 \text{ т/год}$$

Потребность в массе с учётом потерь при смешении:

$$Q_4 = Q_3 \cdot \frac{100}{100-q_4},\ т/год \quad (10)$$

где q_4 – процент потерь при смешении, 0,3 %

$$Q_4 = 16\,665{,}7 \cdot \frac{100}{100-0{,}3} = 16\,715{,}8 \text{ т/год}$$

Количество потерь при смешении:

$$q_4^I = Q_4 - Q_3,\ т/год \quad (11)$$

$$q_4^I = 16\,715{,}8 - 16\,665{,}7 = 50{,}1 \text{ т/год}$$

5. Потребность в шихте с учётом потерь:

$$Q_5 = Q_4 \cdot \frac{100}{100-q_5},\ т/год \quad (12)$$

где q_5 – процент потерь, 0,4 %

$$Q_5 = 16\,715{,}8 \cdot \frac{100}{100-0{,}4} = 16\,782{,}9 \text{ т/год}$$

Количество потерь:

$$q_5^I = Q_5 - Q_4,\ т/год \quad (13)$$

$$q_5^I = 16\,782{,}9 - 16\,715{,}8 = 67 \text{ т/год}$$

6. Потребность в каждой составляющей:

$$Q_6^I = Q_5 \frac{a_1}{100},\ т/год \quad (14)$$

$$Q_6^I = 16\,782{,}9 \cdot \frac{48{,}35}{100} = 8114{,}5 \text{ т/год}$$

$$Q_6^{II} = Q_5 \frac{a_2}{100},\ т/год \quad (15)$$

$$Q_6^{II} = 16\,782{,}9 \cdot \frac{22{,}24}{100} = 3732{,}5 \text{ т/год}$$

$$Q_6^{III} = Q_5 \frac{a_3}{100}, \text{ т/год} \quad (16)$$

$$\mathrm{Q}_6^{\mathrm{III}} = 16\,872{,}9 \cdot \frac{16{,}44}{100} = 2759{,}1 \text{ т/год}$$

$$Q_6^{IV} = Q_5 \frac{a_4}{100}, \text{ т/год} \quad (17)$$

$$\mathrm{Q}_6^{\mathrm{IV}} = 16\,872{,}9 \cdot \frac{9{,}67}{100} = 1622{,}9 \text{ т/год}$$

$$Q_6^{V} = Q_5 \frac{a_5}{100}, \text{ т/год} \quad (18)$$

$$\mathrm{Q}_6^{\mathrm{V}} = 16\,782{,}9 \cdot \frac{2.4}{100} = 402{,}7 \text{ т/год}$$

$$Q_6^{VI} = Q_5 \frac{a_6}{100}, \text{ т/год} \quad (19)$$

$$\mathrm{Q}_6^{\mathrm{VI}} = 16\,782{,}9 \cdot \frac{0{,}87}{100} = 146{,}01 \text{ т/год}$$

Потребность в плавленом периклазовом порошке фр. 3–1 мм.:

$$Q_7 = Q_6^I \frac{100}{100 - q_7}, \text{ т/год} \quad (20)$$

где q_7 – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

$$\mathrm{Q}_7 = 8114{,}5 \cdot \frac{100}{100-0{,}2} = 8130{,}8 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_7^I = Q_7 - Q_6^I, \text{ т/год} \quad (21)$$

$$\mathrm{q}_7^{\mathrm{I}} = 8130{,}8 - 8114{,}5 = 16{,}3 \text{ т/год}$$

Потребность в плавленом периклазовом порошке фр. 1–0 мм.:

$$Q_8 = Q_6^{II} \frac{100}{100 - q_8}, \text{ т/год} \quad (22)$$

где q_8 – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

$$\mathrm{Q}_8 = 3732{,}5 \cdot \frac{100}{100-0{,}2} = 3739{,}9 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_8^I = Q_8 - Q_6^{II}, \text{ т/год} \quad (23)$$

$$\mathrm{q}_8^{\mathrm{I}} = 3739{,}9 - 3732{,}5 = 7{,}4 \text{ т/год}$$

Потребность в плавленом периклазовом порошке фр. 0,063–0 мм.:

$$\mathrm{Q}_9 = \mathrm{Q}_6^{\mathrm{III}} \frac{100}{100 - \mathrm{q}_9}, \text{ т/год} \quad (24)$$

где q_9 – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

$$Q_9 = 2759{,}1 \cdot \frac{100}{100-0{,}2} = 2764{,}6 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_9^I = Q_9 - Q_6^{III}, \text{ т/год} \quad (25)$$

$$q_9^I = 2764{,}6 - 2{,}1759 = 5{,}5 \text{ т/год}$$

10. Общая потребность в плавленом периклазовом порошоке:

$$Q_{\text{п.п.к.общ.}} = Q_7 + Q_8 + Q_9, \text{ т/год} \quad (26)$$

$$Q_{\text{п.п.к.общ.}} = 8130{,}8+3739{,}9+2764{,}6 = 14\,635{,}3 \text{ т/год}$$

11. Потребность в графите:

$$Q_{11} = Q_6^{|V} \frac{100}{100-q_{11}}, \text{ т/год} \quad (27)$$

где q_{10} – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

$$Q_{11} = 1622{,}9 \cdot \frac{100}{100-0{,}2} = 1626{,}1 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_{10}^I = Q_{12} - Q_6^{|V}, \text{ т/год} \quad (28)$$

$$q_{10}^I = 1626{,}1 - 1622{,}9 = 3{,}2 \text{ т/год}$$

12. Потребность в СФП:

$$Q_{12} = Q_6^V \frac{100}{100-q_{11}}, \text{ т/год} \quad (29)$$

где q_{11} – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_{11}^I = Q_{12} - Q_6^V, \text{ т/год} \quad (30)$$

$$q_{11}^I = 403{,}5 - 402{,}7 = 0{,}8 \text{т/год}$$

13. Потребность в связке:

$$Q_{13} = Q_6^{VI} \frac{100}{100-q_{12}}, \text{ т/год} \quad (31)$$

где q_{12} – процент потерь при транспортировке и хранении, 0,2 %

$$Q_{13} = 146{,}01 \cdot \frac{100}{100-0{,}2} = 146{,}3 \text{ т/год}$$

Потери при транспортировке и хранении:

$$q_{12}^I = Q_{14} - Q_6^{VI}, \text{ т/год} \quad (32)$$

$$q_{12}^I = 146{,}3 - 146{,}01 = 0{,}29 \text{ т/год}$$

Расходные коэффициенты сырья:

Расходный коэффициент плавленого периклазового порошка, т.сырья/т.гот.прод

$$К_1 = \frac{Q_{п.п.к.общ}}{Q_{год}}, \ т.перик/т.гот.прод \quad (33)$$

$$К_1 = \frac{14\,635{,}3}{14\,892} = 0{,}98 \text{ т.перик/т.гот.прод}$$

Расходный коэффициент графита

$$К_2 = \frac{Q_{11}}{Q_{год}}, \ т.граф/т.гот.прод \quad (34)$$

$$К_2 = \frac{1626{,}1}{14\,892} = 0{,}11 \text{ т.граф/т.гот.прод}$$

Расходный коэффициент СФП

$$К_3 = \frac{Q_{12}}{Q_{год}}, \ т.СФП/т.гот.прод \quad (35)$$

$$К_3 = \frac{403{,}5}{14\,892} = 0{,}03 \text{ т.СФП/т.гот.прод}$$

Расходный коэффициент связки

$$К_4 = \frac{Q_{13}}{Q_{год}}, \ т.связ/т.гот.прод \quad (36)$$

$$К_4 = \frac{146{,}3}{14\,892} = 0{,}01 \text{ т.связ/т.гот.прод}$$

$$К_{общ} = К_1 + К_2 + К_3 + К_4 \quad (37)$$

$К_{общ}$ = 0,98+0,11+0,03+0,01=1,13 т.сырья/т.гот.прод

Таблица 22 – Материальный баланс производства изделий марки ПУ 93–10

Приход			Расход		
Статья	Обозначение	т/год	Статья	Обозначение	т/год
Потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 3–1 мм	Q_7	8130,8	Годовая производительность	$Q_{год}$	14 892
Потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 1-0 мм	Q_8	3739,9	Количество брака термообработки	$q_1^{\|}$	303,9
Потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 0,063-0 мм	Q_9	2764,6	Количество термическогоразлогания	$q_2^{\|}$	969,9
Потребность в графите	Q_{11}	1626,1	Потери при прессовании	$q_3^{\|}$	499,9
Потребность в СФП	Q_{12}	403,5	Потери при смешении	$q_4^{\|}$	50,1
Потребность в связке	Q_{13}	146,3	Кол-во потерь	$q_5^{\|}$	67
			Потери плавленого периклазового порошка фракции 3-1 мм	$q_7^{\|}$	16,3
			Потери плавленого периклазового порошка фракции 1-0 мм	$q_8^{\|}$	7,4
			Потери плавленого периклазового порошка фракции 0,063-0 мм	$q_9^{\|}$	5,5
			Потери притранспортировкии хранении графита	$q_{10}^{\|}$	3,2
			Потери притранспортировкии хранении СФП	$q_{11}^{\|}$	0,8
			Потери притранспортировкии хранении связки	$q_{12}^{\|}$	0,29
$\sum = 16\,811{,}2$			$\sum = 16\,816{,}3$		

$$\text{Невязка} = \frac{\sum \text{приход} - \sum \text{расход}}{\sum \text{приход}} \cdot 100\ \% \qquad (38)$$

$$\text{Невязка} = \frac{16\,811{,}2 - 16\,816{,}3}{16\,811{,}2} \cdot 100 = -0{,}03\ \%$$

Вывод: расходный коэффициент плавленого периклазового порошка равняется 1,13 т.сырья/т.гот.прод; потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 3–1 мм – 8130,8 т/год, фракции 1–0 мм – 3739,9 т/год, фракции 0,063–0 мм – 2764,6 т/год; потребность в графите – 1626,1 т/год, потребность в СФП – 403,5 т/год, потребность в связке – 146,3 т/год.

2.7 Характеристика и количество основного и вспомогательного оборудования

Для прессования периклазоуглеродистых изделий применяется пресс фирмы «Leais» типа HPF с верхним расположением прессующего цилиндра и «плавающей» пресс–формой на гидравлической подвеске [11].

Таблица 23 − Технические характеристики прессов HPF–1600 фирмы «Leais»

Наименование показателя	Показатель
Усилие прессования, т	1600
Усилие выталкивания, т	160
Количество прессований в минуту	4,5
Высота засыпки, мм	500
Давление прессования, атм	320
Цикл прессования, сек	20
Мощность электродвигателя, кВт	70

Часовая производительность пресса, т/час:

$$Q_{\text{час}} = \frac{3{,}6 \cdot m \cdot n}{t},\ т/час, \quad (39)$$

где m – масса сырца, кг; n – количество одновременно прессуемых изделий, шт; t – цикл прессования, сек.

$$Q_{\text{час}} = \frac{3{,}6 \cdot 12 \cdot 1}{15} = 3{,}3 \text{ т/час}$$

Годовая производительность пресса, т/год:

$$Q_{\text{год.пр}} = Q_{\text{час}} \cdot 365 \cdot 24 \cdot K_{\text{исп}},\ т/год \quad (40)$$

$$Q_{\text{год.пр}} = 3{,}3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}8 = 23\,126{,}4 \text{ т/год.}$$

Требуемое число пресса:

$$n = \frac{Q_3}{Q_{\text{год.пр}}} \quad (41)$$

где Q_3 – потребность в изделиях с учетом брака прессования, т/год.

$$n = \frac{16\,665{,}7}{23\,126{,}4} = 0{,}7$$

Принимаем один пресс HPF – 1600 фирмы «Leais».

Применяем интенсивный смеситель «АЙРИХ» для приготовления массы при производстве периклазоуглеродистых изделий.

Техническая характеристика интенсивного смесителя «АЙРИХ» предоставлена в таблице 24.

Таблица 24 − Техническая характеристика интенсивного смесителя «АЙРИХ»

Наименование показателя	Показатель
Наибольший объем засыпаемой смеси, $дм^3$	750
Наибольшая масса засыпаемой смеси, кг	900
Частота вращения тарелки, $мин^{-1}$	28
Диаметр тарелки, внутренний, мм	1500
Мощность двигателя привода вращения тарелки, кВт	11
Мощность двигателя привода завихрителя, кВт	55
Габаритные размеры (без электрооборудования), мм высота ширина	 1 720 2 700
Масса смесителя с электрооборудованием, кг	5 700

Часовая производительность смесителя, т/час:

$$Q_{\text{см}} = \frac{m_{\text{зам}} \cdot 60 \cdot K_{\text{исп}}}{t_{\text{см}}}, \text{ т/час,} \quad (42)$$

где $m_{\text{зам}}$–масса одного замеса, кг; $t_{\text{см}}$ – время смешения, мин.

$$Q_{\text{см}} = \frac{0{,}65 \cdot 60 \cdot 0{,}8}{14} = 2{,}23 \text{ т/час.}$$

Годовая производительность смесителя, т/год:

$$Q_{\text{год.см}} = Q_{\text{см}} \cdot 365 \cdot 24 \cdot K_{\text{исп}}, \text{ т/год,} \quad (43)$$

$$Q_{\text{год.см}} = 2{,}23 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}8 = 15\,627{,}8 \text{ т/год.}$$

Требуемое число смесителей:

$$n = \frac{Q_4}{Q_{\text{год.см}}}, \quad (44)$$

где Q_4 – потребность в шихте с учетом потерь при смешении, т/год.

$$\text{n} = \frac{16\,715{,}8}{15\,627{,}8} = 1{,}07$$

Принимаем один интенсивный смеситель «АЙРИХ»

Ленточный конвейер

Ленточный конвейер предназначен для транспортирования в горизонтальном направлении сыпучих и кусковых материалов.

Таблица 25 – Техническая характеристика ленточного конвейера

Наименование показателей	Значение
Ширина ленты, мм	500
Диаметр роликов, мм	108
Скорость движения ленты, м/с	0,5–2
Производительность, $м^3$/час	45–160
Длина конвейера, м	15
Электродвигатель	А42–4
Мощность, кВт	2,8

Для обеспечения высокой точности дозирования порошков используется автоматический весовой дозатор 4488ДН–У–1–6,3. В процессе работы дозатора происходит непрерывное взвешивание материала, проходящего надвес измерительным 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 [11]. Технические характеристики дозатора приведены в таблице 26.

Для дозирования этиленгликоля выбираем дозатор жидкостной управляемый

объемом 15 дм^3 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 27.

Для дозирования мелких сыпучих пылящих материалов выбираем дозатор ДМС–50–2. Характеристики приведены в таблице 28.

Таблица 26 –Технические характеристики дозатора 4488ДН–У–1–6,3

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

Расчёт количество необходимых дозаторов порошков:

– для плавленого периклаза фр. 3−1 мм:

$$n = \frac{3732,5}{6,3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,5} = 0,135.$$

− для плавленого периклаза фр. 1−0 мм:

$$n = \frac{2759,1}{6,3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,5} = 0,099.$$

Принимаем два дозатора порошков.

Таблица 27 – Техническая характеристика ДЖУ–15

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

Расчёт количество необходимых дозаторов для этиленгликоля:

$$n = \frac{146.01/1{,}4}{15 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}3} = 0{,}003.$$

Принимаем один дозатор для этиленгликоля.

Таблица 28 – Технические характеристики дозатора ДМС–50–2

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

Расчёт количество необходимых дозаторов для:

− для плавленого периклаза фр. 0,063−0 мм:

$$n = \frac{1622{,}9}{5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}5} = 0{,}07$$

− для СФП:

$$n = \frac{402.7}{5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0{,}5} = 0{,}02$$

Принимаем один дозатор для составляющих мелкой фракции.

Вывод: принимаем один пресс HPF – 1600 фирмы «Leais»,один интенсивный смеситель «АЙРИХ»; принимаем один дозатор «ДЖУ–15» для этиленгликоля, два дозатора 4488ДН–У–1–6,3 для плавленого периклазового порошка фракции 3–1 и 1–0 мм, три дозатора «ДМС–50–2» для СФП, графита и плавленого периклазового порошка фракции 0,063–0 мм.

Расчет размеров бункеров для приготовления массы марки ПУ 93–10

Расчет размера бункера для плавленого периклазового порошка фракции 3–1 мм

1. Определение весовой емкости бункера:

$$Р_б = \frac{Q_7}{365 \cdot 24 \cdot n} \cdot М, \ m \quad (45)$$

где Q_7 – потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 3–1 мм, т/год; n – количество машин, на которые делится материал при производстве; M – норма запаса материала, час.

$$Р_б = \frac{8130,8}{365 \cdot 24 \cdot 4} \cdot 24 = 22,3 \text{ т}$$

2. Определение объема материала в бункере:

$$V_м = \frac{Р_б}{Р_{нас}}, \text{ м}^3 \quad (46)$$

где $Р_{нас}$– насыпная масса материала, т/ м^3

$$V_м = \frac{22,3}{1,89} = 11,8 \text{ м}^3$$

3. Определение объема бункера:

$$V_б = \frac{V_м}{К_{исп}}, \ м^3 \quad (47)$$

где $К_{исп}$ – коэффициент заполнения бункера, 0,8

$$V_б = \frac{11,8}{0,8} = 14,7 \text{ м}^3$$

4. Принимаем форму и размеры бункера:

а) $l_1 = l_2 = 2$ м

б) вычисляем размер выходного отверстия:

$$d = k(D + 80) \cdot tgy_0, \ мм \quad (48)$$

где k – опытный коэффициент, 2,4–2,6; y_0 – угол естественного откоса материала, ^{0}.

$$d = 2,5(3 + 80) \cdot tg33 = 135 \text{ мм}$$

в) определяем угол наклона граней нижней части бункера к горизонту стенок:

$$\alpha = y_0 + С, \ ^0 \quad (49)$$

где *С* – линейный угол наклона, 5 – 10 ^{0}.

$$\alpha = 33 + 5 = 38\ ^0$$

г) определяем высоту нижней части бункера из треугольника BCD:

$$\text{BC} = \frac{l_2 - d}{2} \text{ или } h_2 = CD = BC \cdot tg\alpha \quad (50)$$

где α – угол наклона граней, ^{0}; l_2– размер верхней части бункера, м; d – размер выходного отверстия, м.

$$\text{BC} = \frac{2 - 0{,}135}{2} = 0{,}9 \text{ м}$$

$$h_2 = \text{CD} = 0{,}9 \cdot \text{tg}38 = 0{,}7 \text{ м}$$

д) определяем высоту верхней части бункера:

$$V_б = V_{\text{приз}} + V_{\text{пир}} \quad (51)$$

$$V_б = l_1 l_2 h_1 + \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2}), \text{ м}^3 \quad (52)$$

$$h_1 = \frac{V_б - \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2})}{l_1 l_2}, \text{ м} \quad (53)$$

$$h_1 = \frac{14{,}7 - \frac{1}{3} 0{,}7 (2 \cdot 2 + 0{,}135^2 + \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0{,}135^2})}{2 \cdot 2} = 3{,}5 \text{ м}$$

Размеры бункера:

$l_1 = l_2 = 2$ м

$d = 0{,}13$ м

$h_1 = 3{,}5$ м

$h_2 = 0{,}3$ м

Расчет размера бункера для плавленого периклазового клинкера фр. 1–0 мм

1. Определение весовой емкости бункера:

$$\text{Р}_б = \frac{Q_8}{365 \cdot 24 \cdot n} \cdot \text{М}, \quad (54)$$

где Q_7 – потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 1–0 мм, т/год; n – количество машин, на которые делится материал при производстве; *М* – норма запаса материала, час.

$$\text{Р}_б = \frac{3739{,}9}{365 \cdot 24 \cdot 4} \cdot 24 = 10{,}2 \text{ т}$$

2. Определение объема материала в бункере:

$$V_{м} = \frac{Р_{б}}{Р_{нас}}, \text{ м3(55)}$$

где $Р_{нас}$ – насыпная масса материала, т/ $м^3$

$$V_{м} = \frac{10,2}{1,54} = 6,6 \text{ м}^3$$

3. Определение объема бункера:

$$V_{б} = \frac{V_{м}}{К_{исп}}, \textit{ м}^3\text{(56)}$$

где $К_{исп}$ – коэффициент заполнения бункера, 0,8

$$V_{б} = \frac{6,6}{0,8} = 8,2 \text{ м}^3$$

4.Принимаем форму и размеры бункера:

а) $l_1 = l_2 = 2$ м

б) вычисляем размер выходного отверстия:

$$d = k(D + 80) \cdot tgy_0, \textit{ мм}\text{(57)}$$

где k – опытный коэффициент, 2,4–2,6; y_0 – угол естественного откоса материала, ^{0}

$$d = 2,5(1 + 80) \cdot tg33 = 132 \text{ мм}$$

в) определяем угол наклона граней нижней части бункера к горизонту стенок:

$$\alpha = y_0 + \text{ С}, ^0 \qquad (58)$$

где С – линейный угол наклона, 5 – 10 ^{0}

$$\alpha = 33 + 5 = 38 ^0$$

г) определяем высоту нижней части бункера из треугольника BCD:

$$\text{BC} = \frac{l_2 - d}{2} \textit{ или } h_2 = CD = BC \cdot tg\alpha \qquad (59)$$

где α – угол наклона граней, ^{0}; l_2 – размер верхней части бункера, м; d – размер выходного отверстия, м.

$$\text{BC} = \frac{2 - 0,132}{2} = 0,9 \text{ м}$$

$$h_2 = \text{CD} = 0,9 \cdot \text{tg}38 = 0,7 \text{ м}$$

д) определяем высоту верхней части бункера:

$$V_б = V_{приз} + V_{пир} \quad (60)$$

$$V_б = l_1 l_2 h_1 + \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2}), м^3 \quad (61)$$

$$h_1 = \frac{V_б - \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2})}{l_1 l_2}, м \quad (62)$$

$$h_1 = \frac{8{,}2 - \frac{1}{3} 0{,}7 (2 \cdot 2 + 0{,}132^2 + \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0{,}132^2})}{2 \cdot 2} = 1{,}8 \text{ м}$$

Размеры бункера:

$l_1 = l_2 = 2$ м

$d = 0{,}13$ м

$h_1 = 1{,}8$ м

$h_2 = 0{,}7$ м

Расчет размера бункера для плавленого периклазового порошка фракции 0,063–0 мм

1. Определение весовой емкости бункера:

$$Р_б = \frac{Q_9}{365 \cdot 24 \cdot n} \cdot М, m \quad (63)$$

где Q_7 – потребность в плавленом периклазовом порошке фр. 0,063–0 мм, т/год; n – количество машин, на которые делится материал при производстве; M – норма запаса материала, час.

$$Р_б = \frac{2764{,}6}{365 \cdot 24 \cdot 4} \cdot 24 = 7{,}6 \text{ т}$$

2. Определение объема материала в бункере:

$$V_м = \frac{Р_б}{Р_{нас}}, м^3 \quad (64)$$

где $Р_{нас}$ – насыпная масса материала, т/ м^3

$$V_м = \frac{7{,}6}{1{,}49} = 5{,}1 \text{ м}^3$$

3. Определение объема бункера:

$$V_б = \frac{V_м}{К_{исп}}, \text{ м}^3 \quad (65)$$

где $К_{исп}$ – коэффициент заполнения бункера, 0,8

$$V_б = \frac{5{,}1}{0{,}8} = 6{,}4 \text{ м}^3$$

4. Принимаем форму и размеры бункера:

а) $l_1 = l_2 = 2$ м

б) вычисляем размер выходного отверстия:

$$d = k(D + 80) \cdot tgy_0, \text{ мм} \quad (66)$$

где k – опытный коэффициент, 2,4–2,6; y_0 – угол естественного откоса материала, ^{0}.

$$d = 2{,}5(0{,}063 + 80) \cdot tg22 = 80 \text{ мм}$$

в) определяем угол наклона граней нижней части бункера к горизонту стенок:

$$\alpha = y_0 + C, ^0 \quad (67)$$

где C– линейный угол наклона, $5 – 10^0$

$$\alpha = 22 + 5 = 27^0$$

г) определяем высоту нижней части бункера из треугольника BCD:

$$BC = \frac{l_2 - d}{2} \text{ или } h_2 = CD = BC \cdot tg\alpha \quad (68)$$

где α – угол наклона граней, ^{0}; l_2 – размер верхней части бункера, м; d – размер выходного отверстия, м.

$$BC = \frac{2 - 0{,}08}{2} = 0{,}9 \text{ м}$$

$$h_2 = CD = 0{,}9 \cdot tg27 = 0{,}4 \text{ м}$$

д) определяем высоту верхней части бункера:

$$V_б = V_{приз} + V_{пир} \quad (69)$$

$$V_б = l_1 l_2 h_1 + \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2}), \text{ м}^3 \quad (70)$$

$$h_1 = \frac{V_б - \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2})}{l_1 l_2}, \text{ м} \quad (71)$$

$$h_1 = \frac{6{,}4 - \frac{1}{3} 0{,}4 (2*2 + 0{,}8^2 + \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0{,}8^2})}{2 \cdot 2} = 1{,}5 \text{ м}$$

Размеры бункера:

$l_1 = l_2 = 2$ м

$d = 0{,}08$ м

$h_1 = 1{,}5$ м

h_2 = 0,4 м

Расчет размера бункера для графита:

1. Определение весовой емкости бункера:

$$Р_б = \frac{Q_{11}}{365 \cdot 24 \cdot n} \cdot М, \, т \quad (72)$$

где Q_7 – потребность в графите, т/год; n – количество машин, на которые делится материал при производстве; M – норма запаса материала, час.

$$Р_б = \frac{1626,1}{365 \cdot 24 \cdot 4} \cdot 24 = 4,4 \text{ т}$$

2. Определение объема материала в бункере:

$$V_м = \frac{Р_б}{Р_{нас}}, \, м^3 \quad (73)$$

где$Р_{нас}$ – насыпная масса материала, т/ м^3

$$V_м = \frac{4,4}{0,5} = 8,8 \text{ м}^3$$

3. Определение объема бункера:

$$V_б = \frac{V_м}{К_{исп}}, \, м^3 \quad (74)$$

где $К_{исп}$ – коэффициент заполнения бункера, 0,8

$$V_б = \frac{8,8}{0,8} = 11 \text{ м}^3$$

4. Принимаем форму и размеры бункера:

а) $l_1 = l_2$ = 2 м

б) вычисляем размер выходного отверстия:

$$d = k(D + 80) \cdot tgy_0, \, мм \quad (75)$$

где k – опытный коэффициент, 2,4–2,6; y_0– угол естественного откоса материала, ^{0}.

$$d = 2,5(0,063 + 80) \cdot tg21 = 76 \text{ мм}$$

в) определяем угол наклона граней нижней части бункера к горизонту стенок:

$$\alpha = y_0 + С, \, ^0 \quad (76)$$

где C – линейный угол наклона, 5 – 10 ^{0}

$$\alpha = 21 + 5 = 26 \, ^0$$

г) определяем высоту нижней части бункера из треугольника BCD:

$$BC = \frac{l_2 - d}{2} \text{ или } h_2 = CD = BC \cdot tg\alpha \quad (77)$$

где α – угол наклона граней, ^{0}; l_2 – размер верхней части бункера, м; d – размер выходного отверстия, м.

$$BC = \frac{2 - 0{,}076}{2} = 0{,}9 \text{ м}$$

$$h_2 = CD = 0{,}9 \cdot tg26 = 0{,}4 \text{ м}$$

д) определяем высоту верхней части бункера:

$$V_б = V_{приз} + V_{пир} \quad (78)$$

$$V_б = l_1 l_2 h_1 + \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2}), \text{ м} \quad (79)$$

$$h_1 = \frac{V_б - \frac{1}{3} h_2 (l_1 l_2 + d^2 + \sqrt{l_1 l_2 d^2})}{l_1 l_2}, \text{ м} \quad (80)$$

$$h_1 = \frac{11 - \frac{1}{3} 0{,}4 (2 \cdot 2 + 0{,}076^2 + \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0{,}076^2})}{2 \cdot 2} = 2{,}6 \text{ м}$$

Размеры бункера:

$l_1 = l_2 = 2$ м

$d = 0{,}07$ м

$h_1 = 2{,}6$ м

$h_2 = 0{,}4$ м

2.8 Виды брака, причины появления брака, способы устранения

Ломаный

– ломаный от коробки:

Трещина по кромке изделия между боковой и верхней поверхностями, также местные трещины на боковых и торцевых плоскостях определяются легким постукиванием меркой или специальным молотком и просмотром плоскостей на «свет».

Причины – плохо собранная формовочная коробка или выработка на формовочных пластинах.

Устраняется или заменой формовочной коробки при выработке или

подтяжкой болтов крепления боковых пластин.

– ломаный от выталкивания:

Трещина по кромке кирпича, идущая по диагонали, хорошо заметная при изломе. Определяется легким постукиванием меркой по кромке.

Причины – неправильно установлен пуансон выталкивания.

Устраняется или заменой пуансона или выверкой плоскости. Ослаблены крепления формовочной коробки, плиты, штемпеля.

– ломаный от массы:

Трещины, идущие к центру изделия с обоих кромок, изделия снимаются полувалом. Определяется простукиванием меркой по кромке.

Причины – сухая масса, повышенное содержание фракции 0,063-0 мм (пыли), «подхватывание» высоким давлением в двух и трех местных коробках, «перепрессовка» одного из изделий, при очень плохой сборке коробок – собраны с большой «пустотой».

Устраняется: при сухой массе – увеличивается подача этиленгликоля; при повышенном содержании пыли – сбавляется пыль при последующих замесах; при «подхватывании» высоким давлением регулируются клапаны и конечные выключатели; при «перепрессовке» регулируется вес; при дозировке – разница между изделиями в одной коробке допускается до 50 г; плохо собранные коробки меняются или подтягиваются болты крепления пластин.

– ломаный от штыря:

Срыв кромок штыревого отверстия или вырыв массы на глубину штыревого отверстия, которая остается на штыре.

Причины – погнутый или распрессованный штырь из-за слабой закалки; маленький радиус у основания штыря, который должен быть не менее 6-8 мм.

Устраняется заменой штыря или пластины.

Не стандарт

– по размерам:

Размеры сырца изделий, выходящие за пределы допусков по длине, ширине и толщине.

По длине и ширине определяется периодической проверкой размеров.

Устраняется: по ширине – заменой формовочной коробки или переборкой, по длине добавляются или упираются подкладки между торцевыми пластинами и коробкой.

Причины: непостоянство толщины зависит от колебания шихты по влажности: от неправильного дозирования шихты в формы, из-за лопастей; от разных по высоте штампов; из-за несогласованности работы столика и шибера дозатора; из–за не плотности закрывания шибером на днище дозатора; из-за непостоянства выдержки на высоком давлении.

Устраняются:

– при колебании влажности контролем над постоянством поступающей шихты на пресс со стороны бегунщика;

– при неправильном дозировании в формы заменяются или навариваются лопасти и устанавливаются недостающие;

– разные по высоте штампы заменяются новыми;

– шлифовка оснастки (пластины, плиты, штемпеля).

Косина

Дефект в виде отклонения угла между боковыми плоскостями огнеупорного изделия от прямого угла. Определяется визуально и с помощью мерительного инструмента.

Причины:

– дефект сборки прессоснастки, заключающийся в том, что боковые пластины сопрягаются с углом, отличного от прямого, вследствие чего изделие в плане выглядит как параллелограмм;

– распрессовка лицевой накладки;

– неправильная засыпка;

– щетками со стола не сметается масса с лицевой накладки.

Устраняется:

– заменяются распрессованные штампы и лицевая накладка;

– проверка креплений плит, штемпелей, пластин.

Заусеница

Острые выступы на ребрах и гранях изделий. Могут быть сплошными и прерывистыми (зубчатыми). Высота отдельных заусениц может достигать 10-12 мм.

Причины:

– изношенность верхнего и нижнего штемпелей;

– неправильная сборка прессформы;

– некачественное удаление заусениц при сортировке;

Устранение:

– использование при прессовании изделий пресс оснастки, соответствующей техническим требованиям;

– удаление заусениц обдиркой и шлифовкой.

Технологические несоответствия. Перепрессовочные трещины

Перепрессовочные трещины могут быть как на сырце изделий, так и на термообработанных. Они могут быть открытого и закрытого (внутреннего) типа. Трещины открытого типа выходят на поверхность, закрытые обнаруживаются только в разрезе или сколе.

Причина:

– излишней влажности массы;

– избытком тонкомолотой составляющей;

– нарушением режима прессования.

Устранение: несоответствие неисправимое. Изделия могут использоваться по переработке отходов производства.

Неоднородность структуры изделий (расфракционирование)

На различных участках поверхности изделий, а так же внутри изделий хорошо заметна неоднородная, неровная структура.

Причины:

– за счет расфракционирование массы, шихты;

– за счет неправильной засыпке массы в прессформу;

– недостаточное перемешивание массы, шихты;

– непропрессовка изделий.

Устранение: несоответствие неисправимое. Изделия могут использоваться по переработке отходов производства [12].

2.9 Технологический и метрологический контроль в отделении

Таблица 29 – Технологический контроль ПУ изделий [7]

Наименование контролируемого материала	Контроли-руемый параметр	Место отбора проб	Кто отбирает пробы	Частота отбора проб	Частота опреде-ления	Кто проводит определение
1	2	3	4	5	6	7
1.Плавленый периклаз фр. 5-3, 3-1, 1-0, 0,063-0 мм	1.Массовые доли: MgO,SiO_2, CaO	Кюбель	Лаборатория	При необходимости		Лаборатория
	2.зерновой состав на сетках №8,5,3,2	-//-	-//-	-//-		-//-
	3.открытая пористось	-//-	-//-	-//-		-//-
	4.изменение массы при прокалевании	-//-	-//-	-//-		-//-
	5.массовая доля влаги	-//-	-//-	-//-		-//-
2.Этиленгликоль	1.динамическая вязкость	Бочки	УТК	При входном контроле		Лаборатория
	2.плотность	-//-	-//-	-//-		-//-
	3.внешний вид	-//-	-//-	-//-		-//-
3.Графит	1.массовая доля влаги	мешки	Лаборатория	По необходимости		Лаборатория
4.Масса ПУ	1.массовая доля MgO (на прокаленный вес), SiO_2	Пресс	Лаборатория	6раз/ Сутки	6раз/ Сутки	Лаборатория
	2.Массовая доля С	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
	3.насыпная плотность массы	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
	4.Режим приготовления массы	Смеси-тель	-//-	-//-	-//-	Лаборатория
	5.Время вылеживания массы	кюбель	-//-	3ра/ сутки	3раз/ сутки	-//-

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7
5.Спрессован - ные изделия	1.Внешний вид и размеры 2.Каж. плотность сырца	Пресс -//-	Прессовщик, технолог	1раз/ Смену -//-	1раз/ Смену -//-	Лаборатория -//-
6.Режим термообработки изделий в термопечи	Время прогонок, температура по позициям, расход и давление газа, давление воздуха на ВВД и перед горелкой, разряжение в канале печи на стыках позиций, разряжение перед дымососом, общее давление газа в газопроводе		Обжигальщик			

Примечание:

1.Режим приготовление масс фиксируется в технологическом журнале мастеров, продолжительность выдержки масс – паспортах;

2.Контроль режима работы печи термообработки ведется стационарно установленной и контрольно-измерительной аппаратной и информационно-измерительной системы «Маис» в соответствии с инструкцией по эксплуатации печи термообработки.

Таблица 30 – Метрологический контроль технологических параметров при изготовлении ПУ изделий [7]

Наименование технологических параметров	Значения параметров	Средства измерения			
		Наименование, тип	Метрологич. хар-ки		Межповерочный интервал, месяц
			Предел измерения	Погрешность измерения	
1.Плотность этиленгликоля, не менее, кг/м^3	1100	Ареометр АОН–1	700–1840	±1	48
2.динамическая вязкость этиленгликоля, не менее, мПа*с	18	Вискозиметр ВПЖ–2			48
3.Масса составляющих компонентов, кг	80–260 30–90 5–15	Автоматич. весовые дозаторы марок: БДК–450.350 БДП–250.100 ДЖУ–16.20	75–300 25–100 3–15	±1 ±1 ±1,5	12 12 12
4. Геометрические размеры сырца, изделий, мм	0–1000 0–500 0–300 0–150 0–500	Линейка металлическая ГОСТ 427–75 Штангенциркуль ГОСТ 166–89	0–1000 0–500 0–300 0–150 0–500	ПГО,20 мм ПГО,20 мм ПГО,15 мм ПГО,10 мм КТ	12 –//– 12

Таблица 31 – Контрольно–измерительное обеспечение печи термообработки [9]

Контроли-руемый параметр	Значение параметров	Место измерения	Средства измерений		
			Наименована, тип	Пределы измерений	Межповеро-чный интервал
Температура в коллекторе теплоносителя, ^{0} С	400–650	Коллектор теплоноси-теля	Термопара ТХК. Нормирующий преобразователь НП-02	0–1100	1 раз в год
Температура теплоносителя в печи на позициях, ^{0} С	60–230	Поз. 10; 7:8; 10:11; 13:14; 16:17; 18:19; 21:22; 23:24; 26:27; 27:28; 28:29; 29:30; 30:31; 31:32.	Термопара ТХК. Нормирующий преобразователь НП-02	0–600	1 раз в год
Расход газа, м^3/ч Расход газа, кПа	50–70	Общий газопровод печи	Диафрагма ДБ-2,5 Метран 45 мод.5430	0–100 0–6,3	1 раз в год
Давление газа в газопроводе, кПа	9,0–15,0	Перед узлом отключения	ДМ 3583М Нормирующий преобразователь НП-ПЗ	0–100	1 раз в год
Давление газа перед горелкой, кПа	1,0–2,1	Газопровод	Метран 45 мод.5130 НМП-52-М2-У3	0–6,3 0–6,0	1 раз в год
Давление воздуха в воздушном коллекторе подачи в теплогенератор, кПа	2,0–3,0	Воздушный коллектор	Метран 45 мод. 5130	0–4	1 раз в год
Давление воздуха перед горелкой, кПа	1,0–1,7	Воздухоп-ровод перед горелкой	Метран 45 мод. 5130 НМП-52-М1-У3	0–4 0–4	1 раз в год
Давление газа в теплогенера-торе, кПа	0,01–0,04	Теплогене-ратор	Метран 45 мод. 5110	0–0,16	1 раз в год
Разрежение в коллекторе отбора дым.газов, кПа	0,2–0,4	Коллектор дымовых газов	Метран 45 мод. 5210	0–0,3	1 раз в год

2.10 Предложения по изменению в существующею технологию производства

Необходимо создать наиболее эффективное смешивание этиленгликоля в основной шихте при изготовлении периклазоуглеродистых изделий.

Для этого в существующую технологическую схему производства произведем замену жидкостного дозатора ДЖУ–15 для этиленгликоля на мембранные насос Hydra–Cell с электрическим приводом, производства компании WANNER (США). Способность перекачивать агрессивные жидкости позволяет использовать мембранные насосы Hydra–Cell в качестве точных дозаторов.

Объемные насосы оснащены безуплотнительной насосной камерой и гидравлически сбалансированной диафрагмой, что делает их герметичнее, повышает производительность, уменьшает обслуживание при обработке сложных жидкостей в широком диапазоне давлений и потоков [13].

Мембранный насос Hydra–Cell имеет ряд достоинств:

– перекачивать вязкие жидкости, насосы могут работать на жидкости с высоким содержанием мелких твердых частиц;

– не имеют торцевых уплотнений, что гарантирует отсутствие протечек перекачиваемой жидкости, что позволяет перекачивать летучие жидкости, конструкция насосов простая и требует небольшого количества запасных частей и простого обслуживания. Насосы рассчитаны на постоянную работу в тяжелых условиях, очень надежны;

– компактная конструкция насоса;

– высокий КПД (80 %).

Использование насосов Hydra-Cell:

– горячие рабочие среды;

– рециркуляционная вода;

– коррозионные рабочие среды;

– суспензии;

– абразивные среды;

– сжиженные газы;

– удобрения;

– смазочно-охлаждающие жидкости;

– вязкие среды;

– сверхчистые среды;

– моющие растворы;

– соленая вода [13].

Таблица 32 – Техническая характеристика мембранного насоса Hydra-Cell

Наименование показателя	Показатель
Производительность	0,38–1,9 л/мин
Потребляемая мощность	2 кВт
Допустимое значение погрешности при дозировании	1 %
Давление	7–14 бар
Режим работы	–24 часа/сутки, 6 дней в неделю.
Масса	140 кг

3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Характеристика основного оборудования

Термопечь

Печь термообработки предназначена для термической обработки безобжиговых периклазоуглеродистых изделий на основе плавленых и спеченных материалов.

Основные размеры печи: длина – 51,2 м; ширина – 1,35 м; высота от головки рельса до свода – 1,55 м.

Размер вагонетки: длина – 1600 мм; ширина – 1350 мм; высота – 385 мм. Количество вагонеток в печи 32 штука.

Печь термообработки условно разделена на 3 зоны:

1. Зона подогрева с 1 по 13 позиции;

2. Зона термообработки с 14 по 20 позиции;

3. Зона охлаждения с 21 по 32 позиции.

Футеровка стен и свода печи выполнена из каолиновых матов толщиной 100 мм, заключенных в металлические внутренние и внешние стены печи.

Канал печи по всей длине отделяется от под подового пространства, по которому проталкиваются пустые вагонетки, песочным затвором и перегородкой. Входные и выходные концы печи закрываются уплотнительными подъемными дверями опускающимися на вагонетку.

Проталкивание вагонеток с изделиями на поддонах и пустых вагонеток осуществляется винтовыми толкателями. Перемещение вагонеток с верхнего рельсового пути на нижние и обратно производится при помощи цепных подъемников.

Теплоноситель приготавливается в теплогенераторе путем сжигания природного газа горелкой типа ГНП–5АС. Постоянное давление газа (1200 мм водного столба или 12 кПа) перед теплогенератором поддерживается автоматически. Регулирование расхода газа производится в ручную и

дистанционно со щита обжигальщика.

В теплогенератор воздух подается от вентилятора ВВД №8. Распределение воздуха на первичный, вторичный и защитный производится при помощи шиберов и заслонок. Подача теплоносителя в печь термообработки производится через 10 вводов сечением 200–50 мм.

Для удаления из печи дымовых газов установлено два дымососа ДН–9. Дымососы установлены на 5 позиции свода печи. Один дымосос рабочий, другой – резервный. Регулирование тяги производится в ручную при помощи заслонки в газоходе перед дымососом. Для предотвращения выбивания газов через заднюю дверь печи предусмотрен целевой отсос их из зоны охлаждения печи. Дымовые газы после дымососа удаляются через сбросной клапан в атмосферу.

Горелки типа ДНП–5АС

Горелки типа ДНП–5АС предназначены для сжигания природного и сжиженного газов в печах, сушилках и других тепловых агрегатах, работают на холодном или подогретом до 500^0 С воздухе. Горелки двухпроводные с принудительной подачей воздуха.

Винтовой толкатель

Винтовой толкатель с усилием толкания 1 Мн применяется для продвижения состава вагонеток по рельсовому пути в туннельных и термопечах. Электродвигатель мощностью 32 кВт, 790 об/минуту. Электрическая блокировка не допускает заталкивания вагонеток при не полностью открытых дверях печей. Время толкания составляет 1 минуту 50 секунд, масса толкателя 7000 кг [9].

3.2 Расчет горения топлива

Для расчета горения в качестве топлива выбираем природный газ Уреньгойского месторождения.

Таблица 33 – Состав Уреньгойского месторождения

	Об.%
CH_4	98,27
C_2H_6	0,36
C_3H_8	0,2
C_4H_{10}	0,09
CO_2	0,02
N_2	1,05
O_2	0,01

Пересчет сухого газа во влажный, %

$$H_2O^{ВЛ} = \frac{0{,}1242 \cdot W \cdot 100}{100 + 0{,}1242 \cdot W} \quad (81)$$

$$H_2O^{ВЛ} = \frac{0{,}1242 \cdot 4{,}9 \cdot 100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}57\%$$

$$X^{ВЛ} = X^{С} \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot W} \quad (82)$$

$$CH_4^{ВЛ} = 98{,}27 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 97{,}67\%$$

$$C_2H_6^{ВЛ} = 0{,}36 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}36\%$$

$$C_3H_8^{ВЛ} = 0{,}2 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}2\%$$

$$C_4H_{10}^{ВЛ} = 0{,}09 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}09\%$$

$$CO_2^{ВЛ} = 0{,}02 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}02\%$$

$$N_2^{ВЛ} = 1{,}05 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 1{,}04\%$$

$$O_2^{ВЛ} = 0{,}01 \frac{100}{100 + 0{,}1242 \cdot 4{,}9} = 0{,}01\%$$

$$\Sigma = CH_4^{ВЛ} + C_2H_6^{ВЛ} + C_3H_8^{ВЛ} + C_4H_{10}^{ВЛ} + CO_2^{ВЛ} + N_2^{ВЛ} + H_2O^{ВЛ} + O_2^{ВЛ} \quad (83)$$

$$\Sigma = 97{,}67 + 0{,}36 + 0{,}2 + 0{,}09 + 0{,}02 + 1{,}04 + 0{,}01 + 0{,}57 = 100\%$$

Теоретический расход сухого воздуха, L_o,м^3/м^3

$$L_o = \frac{4,762}{100}\left(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10}\right) \quad (84)$$

$$L_o = \frac{4,762}{100}\left(2 \cdot 97,67 + 3,5 \cdot 0,36 + 5 \cdot 0,2 + 6,5 \cdot 0,09\right) = 9,51 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Действительный расход сухого воздуха, L_α,м^3/м^3

$$L_\alpha = \alpha \cdot L_0 \quad (85)$$

$$L_\alpha = 1,15 \cdot 9,51 = 10,94 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический расход влажного воздуха, L_0 ,м^3/м^3

$$L_0^{/} = (1+0,0016d)\, L_0 \quad (86)$$

$$L_0^{/} = \left(1 + 0,0016 \cdot 20\right) \cdot 9,51 = 9,81 м^3 / м^3$$

Действительный расход влажного воздуха, L_α ,м^3/м^3

$$L_\alpha^{/} = (1+0,0016d)\, L_\alpha \quad (87)$$

$$L_\alpha^{/} = \left(1 + 0,0016 \cdot 20\right) \cdot 10,94 = 11,29 м^3 / м^3$$

Расчет обьемов продуктов сгорания топлива, V_α,м^3/м^3

$$V_{CO2} = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10}) \quad (88)$$

$$V_{CO2} = 0,01\left(0,02 + 97,67 + 2 \cdot 0,36 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,09\right) = 0,99 м^3 / м^3$$

$$V_{H2O} = 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + H_2O + 0,16dL_\alpha) \quad (89)$$

$$V_{H2O} = 0,01 \cdot \left(2 \cdot 97,67 + 3 \cdot 0,36 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,09 + 0,57 + 0,16 \cdot 20 \cdot 10,94\right) = 2,33 \text{м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{N2} = 0,01N_2 + 0,79L_\alpha \quad (90)$$

$$V_{N2} = 0,01 \cdot 1,04 + 0,79 \cdot 10,94 = 8,65 м^3 / м^3$$

$$V_{O2} = 0,21(\alpha - 1)L_0 \quad (91)$$

$$V_{O2} = 0,21\left(1,15 - 1\right) \cdot 9,51 = 0,29 м^3 / м^3$$

$$\Sigma V_\alpha = V_{CO2} + V_{H2O} + V_{N2} + V_{O2} \quad (92)$$

$$\Sigma V_\alpha = 0,99 + 2,33 + 8,65 + 0,29 = 12,26 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Проверка:

$$V_\alpha = 0,01(CO_2 + 3CH_4 + 5C_2H_6 + 7C_3H_8 + 9C_4H_{10} + H_2O + N_2) + L_0(\alpha + 0,0016d\alpha - 0,21)$$

$$V_\alpha = 0,01\left(0,02 + 3 \cdot 97,67 + 5 \cdot 0,36 + 7 \cdot 0,2 + 9 \cdot 0,09 + 0,57 + 1,04\right) + 9,51$$

$$\left(1,15 + 0,0016 \cdot 20 \cdot 1,15 - 0,21\right) = 12,26 м^3 / м^3$$

Процентный состав продуктов горения, %

$$CO_2 = \frac{V_{CO2}}{V_\alpha} \cdot 100\% \quad (93)$$

$$\mathrm{CO_2} = \frac{0,99}{12,26} \cdot 100 = 8,07\%$$

$$H_2O = \frac{V_{H2O}}{V_\alpha} \cdot 100\% \quad (94)$$

$$\mathrm{H_2O} = \frac{2,33}{12,26} \cdot 100 = 19\,\%$$

$$N_2 = \frac{V_{N2}}{V_\alpha} \cdot 100\,\% \quad (95)$$

$$\mathrm{N_2} = \frac{8,65}{12,26} \cdot 100 = 70,6\%$$

$$O_2 = \frac{V_{O2}}{V_\alpha} \cdot 100\,\% \quad (96)$$

$$\mathrm{O_2} = \frac{0,29}{12,26} \cdot 100 = 2,4\%$$

$$\Sigma = CO_2 + H_2O + N_2 + O_2 = 100\% \quad (97)$$

$$\Sigma = 8,0 + 19 + 70,65 + 2,5 = 100\%$$

Таблица 34 – Материальный баланс процесса горения

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Природный газ			Продукты горения		
CH_4 =97,67·0,717	70,05	4,7	CO_2 = 0,99·100·1,977	195,7	13
C_2H_8 =0,36·1,356	0,54	0,04	H_2O =2,33·100·0,804	187,3	12,5
C_3H_{10} =0,2·2,020	0,4	0,03	N_2 =8,65·100·1,251	1086	72
C_4H_{12} = 0,09·2,840	0,28	0,02	O_2 = 0,29·100·1,429	41,4	2,5
CO_2 = 0,02·1,977	0,04	0,003			
N_2 = 1,04·1,251	1,3	0,09			
H_2O = 0,6·0,804	0,48	0,03			
Воздух					
O_2 =198,18·1,15·1,429	325,7	21,72			
N_2 =198,18·1,15·3,762·1,251	1073	71,53			
H_2O =0,16·20·10,94·0,804	28,1	1,9			
			Невязка	–0,7	–0,05
Итого:	1499,5	100	Итого:	1499,5	100

$$Невязка = \frac{\sum приход - \sum расход}{\sum приход} \cdot 100\% \quad (98)$$

$$\text{Невязка} = \frac{1499,5 - 1500,2}{1499,5} \cdot 100 = -0,05\%$$

Определение теплоты сгорания топлива, $Q_н$, кДж/м^3

$$Q_н = 358,2CH_4 + 637,5C_2H_6 + 912,5C_3H_8 + 1186,5C_4H_{10} \quad (99)$$

$$Q_н = 358,2 \cdot 97,67 + 637,5 \cdot 0,36 + 912,5 \cdot 0,2 + 1186,5 \cdot 0,09 = 35\ 504,2 \text{ кДж/м}^3$$

Общее теплосодержание продуктов горения при сжигании природного газа с холодным воздухом при $\alpha = 1,15$, $i_{общ}$, кДж/м^3

$$i_{общ} = \frac{Q_н}{V_\alpha} \quad (100)$$

$$i_{общ} = \frac{35504}{12,26} = 2895,9 кДж/м^3$$

Расчет начальных параметров сушильного агента

Принимаем начальную температуру газов при входе в термопечь $t_н$ = 1500 ^{0}C. Чтобы получить такую температуру, необходимо дымовые газы, образовавшиеся при горении топлива, разбавить атмосферным воздухом.

Составим уравнение баланса тепла, принимая количество воздуха для смешения равным x при температуре 20 ^{0}C; к.п.д топли η = 0,9 [14].

$$I_{общ} \cdot \eta + L^{|}_{\alpha} + x \cdot i^{воз}_{20} / V_{\alpha} = i^{дым}_{200} + x \cdot i^{воз}_{200} / V_{\alpha} \quad (101)$$

где $i^{воз}_{20}$ = 1,30·20 кДж/м^3 ; $i^{воз}_{200}$ = 262,2кДж/м^3 [14]; $i^{дым}_{200}$ = 275,5 кДж/м^3

$$2895,9 \cdot 0,9 + (11,29 + x) \cdot 1,30 \cdot 20 / 12,26 = 275,5 + x \cdot 262,2 / 12,26$$

$$2606,3 + 293,54 + 26\,x / 12,26 = 275,5 + 21,39\,x$$

$$2606,3 + 23,94 + 2,12\,x = 275,5 + 21,39\,x$$

$$2630,24 + 2,12x = 275,5 + 21,39\,x$$

$$2630,24 - 275,5 = 21,39\,x - 2,12\,x$$

$$2354,74 = 19,27\,x$$

$$x = 2354,74/19,27$$

$$x = 122,2 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Общее количество воздуха, идущее для горения и разбавления дымовых газов, $L^{||}_{\alpha}$, м^3/кг

$$L^{||}_{\alpha} = L^{|}_{\alpha} + x \quad (102)$$

$$L^{||}_{\alpha} = 11,29 + 122,2 = 135,5 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Общий коэффициент расхода воздуха, $\alpha_{общ}$

$$\alpha_{общ} = L^{||}_{\alpha} / L^{|}_{o} \quad (103)$$

$$\alpha_{общ} = 133,5 / 9,81 = 13,6$$

3.3 Расчет теплового баланса термопечи

Приход тепла

1. Тепло, вносимое топливом, $Q_{топ}$, кДж/час

$$Q_{топ} = Q_н^р \cdot B \quad (104)$$

где B – расход топлива, кг/час

$$Q_{топ} = 35\,504{,}2 \cdot B \text{ кДж/час}$$

2. Тепло, вносимое атмосферным воздухом, $Q_{воз}$, кДж/час

$$Q_{воз} = \alpha * L_o^{|} \cdot i_{воз} \cdot B \quad (105)$$

$$Q_{воз} = 13{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}3 \cdot 20 \cdot B = 3468{,}8B \text{ кДж/час}$$

Расход тепла

1. Расход тепла на нагрев материала, $Q_м$, кДж/час

$$Q_м = P_{час} \cdot (C_к t_к - C_н t_н) \quad (106)$$

где $P_{час}$ – часовая производительность термопечи, кг/час; $C_н$,$C_к$ – теплоемкость материала при начальной и конечной температуре, кДж/кг*^{0}C; $t_н$, $t_к$ – начальная и конечная температура материала, ^{0}C.

$$C_н = 0{,}775 + 0{,}003 \cdot t_н \text{ [14]} \quad (107)$$

$$C_н = 0{,}775 + 0{,}003 \cdot 25 = 0{,}85 \text{ кДж/кг}\cdot{}^0\text{C}$$

$$C_к = 0{,}775 + 0{,}003 \cdot t_к \text{ [14]} \quad (108)$$

$$C_к = 0{,}775 + 0{,}003 \cdot 150 = 1{,}225 \text{ кДж/кг}\cdot{}^0\text{C}$$

$$Q_м = 3275(1{,}225 \cdot 150 - 0{,}85 \cdot 25) = 532\,187{,}5 \text{ кДж/час}$$

2. Потери тепла в окружающею среду, $Q_{окр}$, кДж/час

$$Q_{окр} = \frac{3{,}6(t_г - t_в)F}{\frac{1}{\alpha_г} \cdot \Sigma \frac{S}{\lambda} \cdot \frac{1}{\alpha_в}}, \quad (109)$$

где $t_г$ – температура газа на данном участке, ^{0}C; $t_в$ – температура окружающего воздуха, ^{0}C; F – площадь данного участка, м^2; $\Sigma \frac{S}{\lambda}$ – сумма тепловых сопротивлений отдельных слоев кладки,м^2·град/Вт; S – толщина слоя кладки, м; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м · град; $\alpha_в$, $\alpha_г$ – коэффициенты

теплопередачи воздуха и газа, Вт/м^2 · град;

$\alpha_в$ = 12 – 15 Вт/м^2 · град [14]

$\alpha_г$ = 100 – 450 Вт/м^2 · град [14]

Потери тепла через стены, $Q_{окр1}$, кДж/час

L = 51,2 м

$$F = 2 \cdot 51,2 \cdot 1,5 = 153,6 \text{ м}^2$$

λ_1 = 58,2 Вт/м^2 · град [14]

$$\lambda_2 = 0,065 + 0,00035 t_{ср} \text{ [14]} \quad (110)$$

$$\lambda_2 = 0,065 + 0,00035 * 120 = 0,107 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$$

λ_1 = 58,2 Вт/м^2 · град

$$Q_{окр1} = \frac{3,6(200-20)153,6}{\frac{1}{150} \cdot \frac{0,012}{58,2} \cdot \frac{0,100}{0,107} \cdot \frac{0,012}{58,2} \cdot \frac{1}{12}} = 119\,265,9 \text{ кДж/час}$$

Потери тепла через свод, $Q_{окр2}$, кДж/час

L = 51,2 м

F = 51,2·1,35 = 69,1 м^2

$$Q_{окр2} = \frac{3,6(200-20)69,1}{\frac{1}{150} \cdot \frac{0,012}{58,2} \cdot \frac{0,100}{0,107} \cdot \frac{0,012}{58,2} \cdot \frac{1}{12}} = 53\,654,1 \text{ кДж/час}$$

$$Q_{окр} = 119\,265,9 + 53\,654,1 = 172\,920 \text{ кДж/час}$$

Расход тепла на испарение влаги, $Q_{исп}$, кДж/час

$$Q_{исп} = [2500 - 1,967 \cdot (t_{ух} - t_н)] * W, \quad (111)$$

где *2500* – скрытая производительность парообразования, кДж/кг; *1,967* – теплоемкость воды, кДж/кг·град; $t_{ух}$ – температура отходящих газов из печи, ^{0}C; $t_{ух}$=100 ^{0}C [9]; $t_н$ – начальная температура материала, ^{0}C; $t_н$=25 ^{0}C ; *W* – количество испаряемой влаги, кг/час.

$$W = Q_{исп} \cdot 1000 \frac{w}{100 - w}, \quad (112)$$

где *w* – относительная влажность материала, поступающего в печь, %

w = 0,1% [14]

$$W = 3275^{\frac{0,1}{100-0,1}} = 3,28 \text{ кг/час} \quad (113)$$

$Q_{исп}$ = [2500 – 1,967 8 (200 – 30)] ·3,28 = 7 716,1 кДж/час

Потери тепла с уходящими дымовыми газами, $Q_{дым}$, кДж/час

$$Q_{дым} = V_{\alpha} \cdot i_{дым} \cdot B, \quad (114)$$

где $i_{дым}$ – теплосодержание дымовых газов, при температуре отходящих дымовых газов, кДж/м^3; $i_{дым}$ = 136,5 кДж/м^3 [14].

$Q_{дым}$ = 12,26·136,5·В = 1 673,5В кДж/м^3

Расход тепла на нагрев транспортирующих средств, $Q_{тр}$, кДж/час

$$Q_{тр} = G_{тр} \cdot (C_к t_к - C_н t_н), \quad (115)$$

где $G_{тр}$ – масса вагонетки, кг/час

$$G_{тр} = l \cdot в \cdot s \cdot p \cdot V, \quad (116)$$

где l – длина вагонетки, м; $в$ – ширина вагонетки, м; s – толщина слоя футеровки, м; p – плотность материала, кг/м^3; V – скорость проталкивания вагонетки, ваг/час.

$$V = N / t, \quad (117)$$

где N – количество вагонеток, шт; t – время термообработки, час.

V = 32 / 24 = 1,3 ваг/час

$G_{тр}$ = 1,6·1,35·0,4·7700·1,3 = 8648,6 кг/час

$Q_{тр}$ = 8648,6·(0,50·100 – 0,50·30) = 302 701 кг/час

Неучтенные потери тепла, $Q_{неучт}$, кДж/час

$$Q_{неучт} = 0,02 \cdot Q_н^р \cdot B, \quad (118)$$

$Q_{неучт}$ = 0,02·35 504,2В = 710В кДж/час

$$Q_{приход} = Q_{расход}$$

35504,2В + 3468,8В = 532187,5 + 172920 + 7716,1 + 1673,5В + 302701 + 710В

38973В = 1015524,6 + 2383,5В

36589,5В = 1015524,6

B = 1015524,6/36589,5

B = 27,75 м^3/час

Расход условного топлива, $B_{усл}$, кг$_{усл.топ.}$ /час

$$B_{усл} = Q_н^р \cdot B / 29300 \quad (119)$$

$$B_{усл} = 27,75 \cdot 35504,2 / 29300 = 33,62 \text{ кг}_{\text{усл.топ.}} /\text{час}$$

Процент условного топлива, в $_{усл}$, %

$$в_{усл} = B_{усл} \cdot 100 / P_{час} \quad (120)$$

$$\text{в}_{\text{усл}} = 33,62 \cdot 100 / 3275 = 1,03 \ \%$$

Таблица 35 – Тепловой баланс термопечи

Наименование статей	кДж/час	%	Наименование статей	кДж/час	%
Приход тепла			Расход тепла		
Тепло, вносимое топливом, $Q_{топ}$	985241,5	91,09	Расход тепла на нагрев материала, $Q_м$	532187,5	49,3
Тепло, вносимое атмосферным воздухом, $Q_{воз}$	96259,2	8,9	Потери тепла в окружающею среду, $Q_{окр}$	172920	15,9
			Расход тепла на испарение влаги, $Q_{исп}$	7716,1	0,7
			Потери тепла с уходящими дымовыми газами, $Q_{дым}$	46439,6	4,3
			Расход тепла на нагрев транспортирующих средств, $Q_{тр}$	302701	27,9
			Неучтенные потери тепла, $Q_{неучт}$	19702,5	19
			Невязка	-166	-0,01
Итого:	1081500,7	100	Итого:	1081500,7	100

$$Невязка = \frac{\sum приход - \sum расход}{\sum приход} \cdot 100\% \quad (121)$$

$$\text{Невязка} = \frac{1081500,7 - 1081334,7}{1081500,7} \cdot 100 = -0,01\%$$

Вывод: процент условного топлива $в_{усл}$= 1,03 %.

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

На большинстве огнеупорных предприятиях в настоящее время разработана и эксплуатируется автоматизированные технологические участки [15]. Это системы регулирования системы загрузки помольных агрегатов, системы подготовки массы по заданной программе и использованием КЭП, системы автоматической регулировки засыпки массы в форму пресса, снятие готовых изделий с помощью автосъёмов, системы регулирования сушки изделий.

Производства периклазоуглеродистых изделий марки ПУ для электропечей можно условно разделить на самостоятельные участки:

1 участок: дозирование и приготовления масс для прессования сырца изделий;

2 участок: прессование;

3 участок: сушка.

4.1 Автоматизация участка дозирования

Автоматизация участка дозирования должна обеспечивать:

– точность при дозировании;

– правильность смешения, соблюдения режима смешивания;

– качественное прессование;

– соблюдение теплового режима при сушке изделий.

4.2 Автоматизация участка прессования и сушки

Основными механизмами участка прессования изделий марки ПУ являются смесители, пресса, весовые дозаторы, грузоподъёмные механизмы.

Автоматизация участка следующая: Для постоянства работы системы загрузки бункеров материалами достаточно иметь локальные схемы автоматизации работы загрузочных механизмов с блокировкой и выводом на пульт управления оператора.

Изменение влажности массы можно контролировать дистанционно посредством автоматического прибора контроля влажности [15].

Необходимо восстановить на прессах «Бухер» автоматическое измерение длины изделия и автоматическое измерение длины изделия и автоматическое изменение уровня засыпки массы.

4.3 Автоматизация участка термообработки

Схема автоматизации печи для термообработки предоставлены в графической части контрольной работы.

Осуществляется автоматическое управление механизмами печи: дверью; толкателями загрузки-разгрузки; подъемниками загрузки-разгрузки.

Контроль за работой печи термообработки производят с помощью стационарно установленных датчиков КИП и компьютерной системы «МАИС»:

− температура в рабочем канале печи контролируется посредством термоэлектрических преобразователей ТХА и многоканальных приборов А–682 и ФШЛ–501;

− температура в трубопроводе горячего теплоносителя контролируется посредством термопары ТХА и одного из каналов вторичного прибора ФШЛ–501. Сигнал

− о превышении температуры выводится на щит контроля и управления ГЩКУ, расположенный в помещении КИП,

− местный контроль напора и разрежения осуществляется посредством тягонапормеров ТНМН–52;

− сигнализация об отклонении напора и разрежения осуществляется посредством датчиков напора ДН и тяги ДТ. Сигналы об отклонении выведены на; щит ЩКУ;

− дистанционный контроль разрежения перед дымососом осуществляется датчиком Метран 45 модели 5130;

− дистанционный контроль разрежения в коллекторе дымовых газов над

печью и давления в воздухопроводе существующей печи осуществляется посредством датчиков Метран 45 модели 5220;

− дистанционный контроль расхода теплоносителя и отходящих дымовых газов осуществляется посредством диафрагмы ДБ 2,5; Метран 45 модели 5430;

− автоматическое регулирование температуры в указанных точках осуществляется посредством программируемого контроллера Р130-01-23, термопар ТХА и исполнительных механизмов МЭО;

− давление воздуха перед горелкой контролируется датчиком ДМ 3583 М и нормируемым преобразователем НП–ПЗ;

− автоматическое управление механизмами печи осуществляется посредством программируемого контроллера Р130–02–73;

− в качестве источников входных сигналов используются датчики положения механизмов и кнопочные посты на местах загрузки-разгрузки;

− вторичные приборы, контроллеры, аппараты 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 сигнализации;

− щиты располагаются в помещении КИП, находящемся на уровне пола отделения термообработки [15].

5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1Техника безопасности

Опасными и вредными производственными факторами:

Физические опасные и вредные факторы:

– подвижные части производственного оборудования;

– движущие машины, механизмы;

– повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

– недостаточная освещенность рабочей зоны;

– острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов, оборудования;

– повышенный уровень шума;

– повышенная температура воздуха рабочей зоны;

– повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Химические опасные и вредные факторы:

Этиленгликоль – ядовит, обладает наркотическим действием. При попадании внутрь может вызвать хроническое отравление с поражением жизненно важных органов. Предельно-допустимая концентрация этиленгликоля в воздухе рабочей зоны производственных помещений 5,0 мг/м3.

Фенол – входит в состав СФП (связующих фенольных порошкообразных), бакелитовой смолы – нервный яд, способный вызывать острые хронические отравления, способен проникать внутрь организма через незащищённые участки кожи. Вдыхание паров фенола вызывает раздражение верхних дыхательных путей, а при длительном воздействии общее отравление. При попадании на кожу обладает сильным прижигающим и раздражающим действием. ПДК паров фенола в воздухе рабочей зоны производственного помещения 0,1 мг/м3.

Формальдегид – входит в состав СФП, относится к протоплазматическим ядам, способным вызвать острые и хронические отравления, а также оказывает

воздействие на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. ПДК формальдегида в воздухе рабочей зоны производственного помещения 0,05 мг/м3.

Аммиак – входит в состав ЛСТ (лигносульфаната технического)газ, вызывающий раздражение верхних дыхательных путей, конъюктивиты глаз. При больших концентрациях возможен отек легких, головокружение, боли в желудке. ПДК аммиака в воздухе рабочей зоны производственного помещения 20,0 мг/м3.

Соединение углерода в виде графита – относится к веществам пожароопасным, по степени воздействия на организм человека – к веществам 4-го класса опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны производственного помещения 10,0 мг/м3.

Бензапирен – входит в состав карбореза – токсическое вещество, может вызвать злокачественные опухоли. При попадании на кожу промыть участок большим количеством воды с мылом, при попадании в глаза промыть в течение нескольких минут проточной водой. В случае проявления симптомов отравления обратиться к врачу. Не допускать образование пыли. Хранить вдали от источников статического заряда.

К самостоятельной работе допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и признанным годным для выполнения этих работ; прошедшие обучение, инструктаж, стажировку, проверку знаний по охране труда, имеющие удостоверение по необходимой профессии, аттестованного на первую группу по электробезопасности.

Работник обязан выполнять правила внутреннего трудового распорядка, режим труда и отдыха: график работы с выходными, перерыв на обед 30 минут.

Запрещается находиться на территории цеха, комбината и приступать к работе в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а так же приносить с собой, приобретать и распивать спиртные напитки, принимать вещества наркотического и психотропного действия.

Работник соблюдать требования по обеспечению пожаровзрыво

безопасности. В процессе работы должен следить за наличием и исправностью средств пожаротушения (ящик с песком, огнетушители, кошма).

В процессе работы работник обязан соблюдать правила личной гигиены: мыть руки с мылом пере приемом пищи; следить за чистотой рабочего места, спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Передвигаться на территории комбината и цеха работник должен по установленным и утвержденным пешеходным маршрутам. Переходить железнодорожные пути, автомобильные дороги только в установленных местах, обращать внимание на звуковые, световые сигналы, подаваемые водителями автотранспорта, машинистом крана, тепловоза.

При несчастном случаи, происшедшем с ним самим или работающим рядом, работник должен немедленно:

– оказать первую помощь;

– сообщить о происшедшем несчастном случае в ближайший здравпункт и поставить в известность непосредственного руководителя работ;

– сохранить обстановку и место происшествия в таком виде, при котором произошел несчастный случай (авария), если это не угрожает жизни и здоровью окружающих, не приведет к аварии, и не нарушить производственного процесса, который по технологии должен вестись непрерывно; в случае невозможности сохранения места несчастного случая необходимо следить эскиз или фотографию.

Перед началом работы работник обязан внимательно осмотреть рабочее место, убрать посторонние предметы, мешающие выполнению работы, одеть положенную по нормам исправную спецодежду, при вести ее в порядок: застегнуть рукава, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов, надеть головной убор и подобрать под него волосы. Приготовит необходимые средства индивидуальной защиты (перчатки с полимерным покрытием, респираторы, защитные очки), и убедиться в их исправности.

Перед началом работы работник должен вовремя прийти на раскомандировку, получить задание от мастера сменного, пройти инструктаж

по выполняемой работе под роспись в журнале выдачи наряд-заданий. Работу, не входящий в круг основных обязанностей (работы, не требующие специального обучения), выполнять только после получения целевого инструктажа от мастера сменного под роспись в журнале учета целевого инструктажа на рабочем месте.

Перечень возможных аварийных основных ситуаций:

– возникновение пожара;

– стихийные бедствия;

– возникновение несчастного случая (отравления), поражения электрическим током;

– внезапного отключения оборудования;

– короткого замыкания в сети;

– ошибочных действий работников;

– неисправности оборудования.

При отравлении, травмирование следует принять меры к освобождению пострадавшего от действия, травмирующего фактора:

– оказать первую помощь в зависимости от вида травмы;

– обратиться за медицинской помощью в ближайший здравпункт комбината;

– Сообщить о случившемся происшествии в здравпункт, руководителю работ – мастеру сменному, а в его отсутствие диспетчеру цеха.

При пожаре работник обязан:

– остановить оборудование, обесточить его с пульта управления и сообщить по телефону 9–57–78, 4–36–10 или сотовому 112, диспетчеру цеха и мастеру сменному, а в его отсутствие начальнику участка;

– применять меры по эвакуации людей и сохранности материальных ценностей;

– приступить к тушению очага пожара имеющимися средствами пожаротушения.

По окончанию работ необходимо:

– произвести внешний осмотр всего обслуживаемого оборудования;

– произвести уборку на территории рабочего места при остановленном оборудовании.

По окончанию работы необходимо очистить специальную одежду и обувь от пыли, убрать в специально отведенное место, принять душ, и переодевшись в чистую одежду, покинуть территорию цеха, комбината.

Виновные в нарушении требований данной инструкции по охране труда, привлекаются в установленном порядке к дисциплинарной (замечание, выговор, увольнение), материальной (лишение премии, начисление материального ущерба), административной и уголовной ответственности согласно правил внутреннего трудового распорядка.

5.2 Охрана окружающей среды

При помоле и транспортировке материалов на узлах пересыпки происходит выделение пыли, которая удаляется системами вытяжной вентиляции (АТУ), оснащенными одноступенчатой (циклонами) и двухступенчатой (циклоны и рукавные фильтры) системами сухой очистки воздуха. При этом должны соблюдаться два основных показателя работы эффективности вытяжных установок (АТУ):

– концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать предельно допустимых концентраций;

– аспирационная установка должна обеспечить очистку воздуха, выбрасываемого из здания в атмосферу, до уровня, предусмотренного нормативными документами. Уловленная пыль возвращается в производство, при этом аспирационная установка должна иметь бес пыльный транспорт пыли и вредных веществ, уловленных при очистке аспирационного воздуха.

Дозировка компонентов смеси механизирована. Места выделения пыли оборудованы устройствами пылеулавливания.

При приготовлении углеродосодержащих масс применяются смесители, исключающие при работе вынос пыли [7,9].

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1Организация труда и заработной платы

Таблица 36 – Режим работы [16]

Показатели	3х сменный 4х бригадный		5 дневная рабочая неделя	
	дни	часы	дни	часы
Календарное время	365	8760	365	2920
Выходные по графику	91	2184	116	928
Праздничные дни			14	112
Номинальное время	274	6576	235	1880
Невыходы, всего	59	1416	47	376
в т.ч. отпуска	42	1008	30	240
в т.ч. болезни	12	288	12	96
другие причины	5	120	5	40
Эффективный ФРВ	214	5136	188	1504

Таблица 37 – График выходов на работу [16]

	Февраль													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 см	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1
2 см	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В
3 см	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2
4 см	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3

Окончание таблицы 37

	Февраль													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1 см	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В
2 см	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1
3 см	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2
4 см	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3

Расчет численности трудящихся

Шихтовщик дозировщик

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел.

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (122)$$

где *А* – количество агрегатов или рабочих мест; *N* – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; *n* – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ чел.}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (123)$$

где $К_{сп.с}$– коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Бугунщик смесительных бегунов

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (124)$$

где *А* – количество агрегатов или рабочих мест; *N* – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; *n* – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ чел}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (125)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Прессовщик огнеупорных изделий 5–го и 4–го разряда

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (126)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ чел}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (127)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Машинист крана

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (128)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ человек}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (129)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Слесарь по ремонту оборудования

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (130)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ человек}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (131)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$K_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Электрослесарь по ремонту оборудования 5–го и 4–го разряда

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (132)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ человек}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (133)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$K_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Обжигальщик огнеупорных изделий

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (134)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках.

$$N_{яв} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3 \text{ человек}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (135)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Сортировщик огнеупорных изделия 5–го и 4–го разряда

1. Явочная численность, $N_{яв}$, чел

$$N_{яв} = A \cdot N \cdot n_{см}, \quad (136)$$

где A – количество агрегатов или рабочих мест; N – норматив численности или количество рабочих необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену; n – количество смен в сутках [17].

$$N_{яв} = 1*1*3 = 3 \text{ человек}$$

2. Списочный состав, $N_{сп}$

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп.с}, \quad (137)$$

где $K_{сп.с}$ – коэффициент списочного состава

$$К_{сп.с} = 365/214 = 1,7$$

$$N_{сп} = 3 \cdot 1,7 = 5,1$$

Таблица 38 – Штатное расписание участка

Наименования профессий	Разряд	Численность всего	В т.ч. по сменам			Списочная численность
			1	2	3	
Шихтовщик дозировщик	3	3	1	1	1	5
Бегунщик смесительных бегунов	4	3	1	1	1	5
Прессовщик огнеупорных изделий	5 4	3 3	1 1	1 1	1 1	5 5
Машинист крана	3	3	1	1	1	5

Окончание таблицы 38

Слесарь по ремонту оборудования	5	3	1	1	1	5
Электрослесарь по ремонту оборудования	5 4	3 3	1 1	1 1	1 1	5 5
Обжигальщик огнеупорных изделий	6	3	1	1	1	5
Сортировщик огнеупорных изделий	4 3	3 3	1 1	1 1	1 1	5

Расчет заработной платы

Шихтовщик дозировщик

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/год

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (138)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (139)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (140)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (141)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (142)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Бегунщик смесительных бегунов

1.Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (143)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (144)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (145)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (146)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (147)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Прессовщик огнеупорных изделий 5–го и 4–го разряда

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (148)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

ФРВ = 274·8·3·1= 6 576 чел/час

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, ФРВ $_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (149)$$

ФРВ $_{сд.пр}$ = 2/3 · 6 576 = 4 384 чел/час

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, ФРВ $_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (150)$$

ФРВ $_{повр.пр.}$ = 1/3 ·6 576 = 2 192 чел/час

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, ФРВ $_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (151)$$

ФРВ $_{ноч}$ = 1/3 ·6 576 = 2 192 чел/час

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, ФРВ $_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (152)$$

где$П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

ФРВ $_{праз.дн}$ = 14·8·3·1 = 336 чел/час

Машинист крана

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}\ , \quad (153)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

ФРВ = 274·8·3·1 = 6576 чел/час

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, ФРВ $_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (154)$$

ФРВ $_{сд.пр}$ = 2/3 · 6576 = 4384 чел/час

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, ФРВ $_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (155)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4.Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (156)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5.Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (157)$$

где $П_{праз}$– количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Слесарь по ремонту оборудования

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (158)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$,чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (159)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (160)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (161)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (162)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Электрослесарь по ремонту оборудования 5–го и 4–го разряда

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (163)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (164)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (165)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (166)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (167)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Обжигальщик огнеупорных изделий

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (168)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (169)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (170)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (171)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (172)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Сортировщик огнеупорных изделий 3–го и 4–го разряда

1. Фонд рабочего времени, ФРВ, чел/час

$$ФРВ = T_{год} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (173)$$

где $T_{год}$ – число рабочих дней в году; $T_{см}$ – время смены, час; $n_{см}$– количество смен в сутках, смен; $N_{яв}$ – явочная численность рабочих в смену, чел.

$$ФРВ = 274 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 6576 \text{ чел/час}$$

2. Фонд рабочего времени оплачиваемый по сдельно премиальной системе, $ФРВ_{сд.пр}$, чел/час

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot ФРВ \quad (174)$$

$$ФРВ_{сд.пр} = 2/3 \cdot 6576 = 4384 \text{ чел/час}$$

3. Фонд рабочего времени оплачиваемый по повременно премиальной системе, $ФРВ_{повр.пр.}$, чел/час

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (174)$$

$$ФРВ_{повр.пр.} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

4. Фонд рабочего времени отработанного в ночное время, $ФРВ_{ноч}$, чел/час

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot ФРВ \quad (175)$$

$$ФРВ_{ноч} = 1/3 \cdot 6576 = 2192 \text{ чел/час}$$

5. Фонд рабочего времени в праздничные дни, $ФРВ_{праз.дн}$, чел/час

$$ФРВ_{праз.дн} = П_{праз} \cdot Т_{см} \cdot n_{см} \cdot N_{яв}, \quad (176)$$

где $П_{праз}$ – количество праздничных дней в году

$$ФРВ_{праз.дн} = 14 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 1 = 336 \text{ чел/час}$$

Шихтовщик дозировщик

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд}, \quad (177)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$$З_{сд.прем.} = 4384 \cdot 29{,}11 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}06 = 216\,440 \text{ тыс.руб.}$$

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (178)$$

$$З_{пов.прем.} = 2192 \cdot 29{,}11 \cdot 1{,}5 = 95\,714 \text{ тыс.руб.}$$

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_{н}$, тыс.руб.

$$Д_{н} = 0{,}4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_{н} \quad (179)$$

$$Д_{н} = 0{,}4 \cdot 29{,}11 \cdot 2192 = 25\,524 \text{ тыс.руб.}$$

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (180)$$

$$Д_{пр.} = 29{,}11 \cdot 336 = 9\,781 \text{ тыс.руб.}$$

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (181)$$

$$ФОТ_{осн.} = 347\,459 \text{ тыс.руб.}$$

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб.

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1{,}15 \quad (182)$$

$$ФОТ = 374\,459 \cdot 1{,}15 = 399\,578 \text{ тыс.руб.}$$

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0{,}15 \quad (183)$$

$З_{доп.}$ = 399 578·0,15 = 59 937 тыс.руб.

Бегунщик смесительных бегунов

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд}\ , \quad (184)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$З_{сд.прем.}$ = 4384·32,71·1,6·1,06 = 243 207 тыс.руб.

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (185)$$

$З_{пов.прем.}$ = 2192·32,71·1,5 = 107 550 тыс.руб.

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_{н}$, тыс.руб.

$$Д_{н} = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_{н} \quad (186)$$

$Д_{н}$ = 0,4·32,71·2192 = 28 680 тыс.руб.

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (187)$$

$Д_{пр.}$ = 32,71·36 = 10 990 тыс.руб.

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (188)$$

$ФОТ_{осн.}$ = 390 427 тыс.руб.

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб.

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (189)$$

ФОТ = 390 427·1,15 = 448 991 тыс.руб.

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (190)$$

$З_{доп.}$ = 448 991·0,15 = 67 349 тыс.руб.

Прессовщик огнеупорных изделий 5–го разряда

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд.} \quad (191)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$$З_{сд.прем.} = 6\,576 \cdot 37{,}36 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}06 = 416\,672 \text{ тыс.руб.}$$

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (192)$$

$$З_{пов.прем.} = 2\,192 \cdot 37{,}36 \cdot 1{,}5 = 122\,840 \text{ тыс.руб.}$$

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0{,}4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (193)$$

$$Д_н = 0{,}4 \cdot 37{,}36 \cdot 2\,192 = 32\,757 \text{ тыс.руб.}$$

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр}. \quad (194)$$

$$Д_{пр.} = 37{,}36 \cdot 336 = 12\,553 \text{ тыс.руб.}$$

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (195)$$

$$ФОТ_{осн.} = 584\,822 \text{ тыс.руб.}$$

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1{,}15 \quad (196)$$

$$ФОТ = 584\,822 \cdot 1{,}15 = 672\,545 \text{ тыс.руб.}$$

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0{,}15 \quad (197)$$

$$З_{доп.} = 672\,545 \cdot 0{,}15 = 100\,882 \text{ тыс.руб.}$$

Прессовщик огнеупорных изделий 4–го разряда

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд.} \quad (198)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$$З_{сд.прем.} = 6\,576 \cdot 32{,}71 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}06 = 364\,811 \text{ тыс.руб.}$$

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (199)$$

$З_{пов.прем.}$ = 2 192·32,71·1,5 = 107 550 тыс.руб.

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (200)$$

$Д_н$ = 0,4·32,71·2 192 = 28 680 тыс.руб.

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (201)$$

$Д_{пр.}$ = 32,71·336 = 10 991 тыс.руб.

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (202)$$

$ФОТ_{осн.}$ = 512 032 тыс.руб.

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (203)$$

ФОТ = 512 032·1,15 = 588 837 тыс.руб.

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (204)$$

$З_{доп.}$ = 588 837 ·0,15 = 88 325 тыс.руб.

Машинист крана

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд.} \quad (205)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$З_{сд.прем.}$ = 4384·29,11·1,6·1,06 = 216 440 тыс.руб.

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (206)$$

$З_{пов.прем.}$ = 2192·29,11·1,5 = 95 714 тыс.руб.

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0{,}4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (207)$$

$Д_н = 0{,}4 \cdot 29{,}11 \cdot 2192 = 25\ 524$ тыс.руб.

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (208)$$

$Д_{пр.} = 29{,}11 \cdot 336 = 9781$ тыс.руб.

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (209)$$

$ФОТ_{осн.} = 347\ 459$ тыс.руб.

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1{,}15 \quad (210)$$

$ФОТ = 347\ 459 \cdot 1{,}15 = 399\ 578$ тыс.руб.

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0{,}15 \quad (211)$$

$З_{доп.} = 399\ 578 \cdot 0{,}15 = 59\ 937$ тыс.руб.

Слесарь по ремонту оборудования

1. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (212)$$

$З_{пов.прем.} = 2192 \cdot 37{,}36 \cdot 1{,}5 = 122\ 839$ тыс.руб.

2. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0{,}4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (213)$$

$Д_н = 0{,}4 \cdot 37{,}36 \cdot 2192 = 32\ 757$ тыс.руб.

3. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (214)$$

$Д_{пр.} = 37{,}36 \cdot 336 = 12\ 553$ тыс.руб.

4. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (215)$$

$ФОТ_{осн.} = 168\ 149$ тыс.руб.

5. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (216)$$

ФОТ = 168 149 ·1,15 = 193 371 тыс.руб.

6. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (217)$$

$З_{доп.}$ = 193 371 ·0,15 = 29 005 тыс.руб.

Электрослесарь по ремонту оборудования 5–го разряда

1. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (218)$$

$З_{пов.прем.}$ = 2192·37,36·1,5 = 122 839 тыс.руб.

2. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (219)$$

$Д_н$ = 0,4·37,36·2192 = 32 757 тыс.руб.

3. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (220)$$

$Д_{пр.}$ = 37,36·336 = 12 553 тыс.руб.

4. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн.}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (221)$$

$ФОТ_{осн.}$ = 168 149 тыс.руб.

5. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (222)$$

ФОТ = 168 149 ·1,15 = 193 371 тыс.руб.

6.Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (223)$$

$З_{доп.}$ = 193 371 ·0,15 = 29 005 тыс.руб.

Электрослесарь по ремонту оборудования 4–го разряда

1. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (224)$$

$$З_{пов.прем.} = 2192 \cdot 32,71 \cdot 1,5 = 107\ 550 \text{ тыс.руб.}$$

2. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (225)$$

$$Д_н = 0,4 \cdot 32,71 \cdot 2192 = 28\ 680 \text{ тыс.руб.}$$

3. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (226)$$

$$Д_{пр.} = 32,71 \cdot 336 = 10\ 990 \text{ тыс.руб.}$$

4. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (227)$$

$$ФОТ_{осн.} = 147\ 220 \text{ тыс.руб.}$$

5. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (228)$$

$$ФОТ = 147\ 220 \cdot 1,15 = 169\ 303 \text{ тыс.руб.}$$

6. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (229)$$

$$З_{доп.} = 169\ 303 \cdot 0,15 = 25\ 395 \text{ тыс.руб.}$$

Обжигальщик огнеупорных изделий

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд.}, \quad (230)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$$З_{сд.прем.} = 4384 \cdot 43,50 \cdot 1,6 \cdot 1,06 = 323\ 434 \text{ тыс.руб.}$$

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (231)$$

$$З_{пов.прем.} = 2192 \cdot 43,50 \cdot 1,5 = 143\ 028 \text{ тыс.руб.}$$

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \ , \quad (232)$$

$$Д_н = 0,4 \cdot 43,50 \cdot 2192 = 38\ 141 \text{ тыс.руб.}$$

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (233)$$

$$Д_{пр.} = 43,50 \cdot 336 = 14\ 616 \text{ тыс.руб.}$$

5. Основная заработная плата, $ФОТ_{осн}$, тыс.руб.

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (234)$$

$$ФОТ_{осн.} = 519\ 219 \text{ тыс.руб.}$$

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (235)$$

$$ФОТ = 519\ 219 \cdot 1,15 = 597\ 102 \text{ тыс.руб.}$$

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (236)$$

$$З_{доп.} = 597\ 102 \cdot 0,15 = 89\ 565 \text{ тыс.руб.}$$

Сортировщик огнеупорных изделий 4–го разряда

1. Сдельно-премиальная зарплата, $З_{сд.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд}, \quad (237)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

$$З_{сд.прем.} = 4384 \cdot 32,71 \cdot 1,6 \cdot 1,06 = 243\ 207 \text{ тыс.руб.}$$

2. Повременно-премиальная зарплата, $З_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (238)$$

$$З_{пов.прем.} = 2192 \cdot 32,71 \cdot 1,5 = 107\ 550 \text{ тыс.руб.}$$

3. Доплата за работу в ночное время, $Д_н$, тыс.руб.

$$Д_н = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_н \quad (239)$$

$$Д_н = 0,4 \cdot 32,71 \cdot 2192 = 28\ 680 \text{ тыс.руб.}$$

4. Доплата за работу в праздничные дни, $Д_{пр.}$, тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (240)$$

$$Д_{пр.} = 32,71 \cdot 36 = 10\ 990 \text{ тыс.руб.}$$

5. Основная заработная плата, ФОТ $_{осн.}$, тыс.руб

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (241)$$

ФОТ $_{осн.}$ = 390 427 тыс.руб.

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб.

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1,15 \quad (242)$$

ФОТ = 390 427·1,15 = 448 991 тыс.руб.

7. Дополнительная заработная плата, З$_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0,15 \quad (243)$$

З$_{доп.}$ = 448 991·0,15 = 67 349 тыс.руб.

Сортировщик огнеупорных изделий 3-го разряда

1. Сдельно–премиальная зарплата, З$_{сд.прем.}$, тыс.руб

$$З_{сд.прем.} = ФРВ_{сд.прем.} \cdot Т_{ставка} \cdot П \cdot К_{сд} \quad (244)$$

где $Т_{ставка}$ – часовая тарифная ставка, руб; $П$ – коэффициент премиального вознаграждения; $К_{сд}$ – процент перевыполнения нормы выработки.

З$_{сд.прем.}$ = 4384·29,11·1,6·1,06 = 216 440 тыс.руб.

2. Повременно–премиальная зарплата, З$_{пов.прем.}$, тыс.руб.

$$З_{пов.прем.} = ФРВ_{пов.прем.} \cdot Т_{ставка} \quad (245)$$

$З_{пов.прем.}$ = 2192·29,11·1,5 = 95 714 тыс.руб.

3. Доплата за работу в ночное время, Д$_{н}$, тыс.руб.

$$Д_{н} = 0,4 \cdot Т_{ставка} \cdot ФРВ_{н} \quad (246)$$

$Д_{н}$ = 0,4·29,11·2192 = 25 524 тыс.руб.

4. Доплата за работу в праздничные дни, Д$_{пр.}$,тыс.руб.

$$Д_{пр.} = Т_{ставка} \cdot ФРВ_{пр.} \quad (247)$$

$Д_{пр.}$ = 29,11·336 = 9 781 тыс.руб.

5. Основная заработная плата, ФОТ $_{осн.}$, тыс.руб

$$ФОТ_{осн.} = З_{сд.прем.} + З_{пов.прем.} + Д_{н.} + Д_{пр.} \quad (248)$$

$ФОТ_{осн.}$ = 347 459 тыс.руб.

6. Основная заработная плата с учетом районного коэффициента, ФОТ, тыс.руб.

$$ФОТ = ФОТ_{осн.} \cdot 1{,}15 \quad (249)$$

$$ФОТ = 374\ 459 \cdot 1{,}15 = 399\ 578 \text{ тыс.руб.}$$

7. Дополнительная заработная плата, $З_{доп.}$, тыс.руб.

$$З_{доп.} = ФОТ \cdot 0{,}15 \quad (250)$$

$$З_{доп.} = 399\ 578 \cdot 0{,}15 = 59\ 937 \text{ тыс.руб.}$$

Таблица 39 – Фонд оплаты труда [18,19,20]

Наименования профессий	Разряд	Тариф. ставка руб/час	Основная заработная плата, руб (ОЗП)				
			Сдел. преми-альная	Поврем. преми-альная	Доплаты		Итого ОЗП
					Ночные	Празд. дни	
Шихтовщик дозировщик	3	29,11	216440	95714	25524	9781	347459
Бегунщик	4	32,71	243207	107550	28680	10990	390427
Прессовщик	5	37,36	416672	122840	32757	12553	584822
	4	32,71	364811	107550	28680	10991	512032
Машинист крана	3	29,11	216440	95714	25524	9781	347459
Обжигальщик	6	43,50	323434	143028	38141	14616	519219
Сортировщик	4	32,71	243207	107550	28680	10990	390427
	3	29,11	216440	95714	25524	9781	347459
Слесарь	5	37,36	–	122839	32757	12553	168149
Электрослесарь	5	37,36	–	122839	32757	12553	168149
	4	32,71	–	107550	28680	10990	147220
Итого:			2240651	1228888	327704	125579	3922822

Продолжение таблицы 39

Наименования профессий	ОЗП с учетом районного коэф.	Дополнительная заработная плата	Всего ОЗП
Шихтовщик дозировщик	399 578	59 937	459 515
Бегунщик	448 991	67 349	516 340
Прессовщик	672 545	100 882	773 427
	588 837	88 325	677 162
Машинист крана	399 578	59 937	459 515
Обжигальщик	597 102	89 565	686 667
Сортировщик	448 991	67 349	516 340
	399 578	59 937	459 515
Слесарь	193 371	29 006	222 377
Электрослесарь	193 371	29 006	222 377
	169 303	25 395	194 698
Итого:	4 511 245	676 688	5 187 933

Таблица 40 – Расчет заработной платы РСиС

Должность	Месячный должностной оклад, руб	Числен-ность, чел	ОЗП с премией	ОЗП с районным коэф.
Начальник участка	25 000	1	480 000	552 000
Производственный мастер	20 000	4	1 536 000	1 766 400
Технолог	18 000	1	345 600	397 440
Итого:	63 000	6	2 361 600	2 715 840

6.2 Организация инфраструктуры отделения

Затраты на энергоснабжение

Пресс «Лайс»

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (251)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 70 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 476\,952 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $C_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (252)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$C_{э} = 190 \cdot 70 = 13\,300 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $C_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (253)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$C_{э} = 3{,}03 \cdot 476\,952 = 1\,445\,165 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $C_{общ.эл}$, руб.

$$C_{общ.эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (254)$$

$$C_{общ.эл} = 13\,300 + 1\,445\,165 = 1\,458\,465 \text{ руб.}$$

Смеситель «Айрих»

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (255)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 66 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 449\,698 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (256)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_{э} = 190 \cdot 66 = 12\ 540 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (257)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_{э} = 3{,}03 \cdot 449\ 698 = 1\ 362\ 584 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ.эл}$, руб.

$$C_{общ.эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (258)$$

$$С_{общ.эл} = 12\ 540 + 1\ 362\ 584 = 1\ 375\ 124 \text{ руб.}$$

Ленточный конвейер

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (259)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 2{,}8 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 19\ 078 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (260)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_{э} = 190 \cdot 2{,}8 = 532 \text{ руб.}$$

3.Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (261)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_{э} = 3{,}03 \cdot 19\ 078 = 57\ 806 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ.эл}$, руб.

$$C_{общ\cdot эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (262)$$

$$C_{общ\cdot эл} = 532 + 57\,806 = 58\,338 \text{ руб.}$$

Весовой дозатор (рассчитано на 3 дозатора)

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (263)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт ; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 15 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 102\,204 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $C_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (264)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$C_{э} = 190 \cdot 15 = 2\,850 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $C_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (265)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$C_{э} = 3{,}03 \cdot 102\,204 = 309\,678 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $C_{общ\cdot эл}$, руб.

$$C_{общ\cdot эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (266)$$

$$C_{общ\cdot эл} = 2\,850 + 309\,678 = 312\,528 \text{ руб.}$$

Весовой дозатор (рассчитано на 2 дозатора)

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T\,год \cdot T\,см \cdot n \cdot k\,исп, \quad (267)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 10 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 68\,136 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, С уст.эл , руб.

$$C\,уст.эл = a \cdot V\,общ, \quad (268)$$

где *а* – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; *V общ* – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С э = 190 \cdot 10 = 1\ 900 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, С пот.эл , руб.

$$C\ пот.эл = a \cdot W, \quad (269)$$

где *а* – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С э = 3{,}03 \cdot 68\ 136 = 206\ 452 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, С общ.эл , руб.

$$C\ общ.эл = C\ уст.эл + C\ пот.эл \quad (270)$$

$$С общ.эл = 1\ 900 + 206\ 452 = 208\ 352 \text{ руб.}$$

Мостовой кран

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (271)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 16 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 109\ 017 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (272)$$

где *а* – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_{э} = 190 \cdot 16 = 3\ 040 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (273)$$

где *а* – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_{э} = 3{,}03 \cdot 109\ 017{,}6 = 330\ 322 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ·эл}$, руб.

$$C_{общ·эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (274)$$

$$С_{общ·эл} = 3\ 040 + 330\ 322 = 333\ 362 \text{ руб.}$$

Мембранный насос

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T\,год \cdot T\,см \cdot n \cdot k\,исп\,, \quad (275)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 2 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 13\,627 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, С уст.эл , руб.

$$C\,уст.эл = a \cdot V\,общ\,, \quad (276)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V\,общ$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С\ э = 190 \cdot 2 = 380 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, С пот.эл , руб.

$$C\,пот.эл = a \cdot W, \quad (277)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С\ э = 3{,}03 \cdot 13\,627 = 41\,290 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, С общ.эл , руб.

$$C\,общ.эл = C\,уст.эл + C\,пот.эл \quad (278)$$

$$С\ общ.эл = 380 + 41\,290 = 41\,670 \text{ руб.}$$

Термопечь

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (279)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 15 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 102\,204 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}\,, \quad (280)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_э = 190 \cdot 15 = 2\ 850 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (281)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_э = 3{,}03 \cdot 102\ 204 = 309\ 678 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ.эл}$, руб.

$$C_{общ.эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (282)$$

$$С_{общ.эл} = 2\ 850 + 309\ 678 = 312\ 528 \text{ руб.}$$

Горелка

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (283)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

$$W = 50 \cdot 334 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0{,}85 = 340\ 680 \text{ кВт/час}$$

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (284)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_э = 190 \cdot 50 = 9\ 500 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (285)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_э = 3{,}03 \cdot 340\ 680 = 1\ 041\ 760 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ.эл}$, руб.

$$C_{общ.эл} = C_{уст.эл} + C_{пот.эл} \quad (286)$$

$$С_{общ.эл} = 9\ 500 + 810\ 818{,}4 = 820\ 318{,}4 \text{ руб.}$$

Винтовой толкатель

1. Количество потребляемой электроэнергии, W , кВт/час

$$W = N \cdot T_{год} \cdot T_{см} \cdot n \cdot k_{исп}, \quad (287)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт; $T_{год}$ – количество рабочих смен в году, дни; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; $k_{исп}$ – коэффициент загрузки электродвигателя; n – количество смен в сутки, смен.

2. Плата за установленную электроэнергию, $С_{уст.эл}$, руб.

$$C_{уст.эл} = a \cdot V_{общ}, \quad (288)$$

где a – тариф за установленную электроэнергию, руб/кВт·час; $V_{общ}$ – общая мощность электродвигателя, кВт.

$$С_{э} = 190 \cdot 32 = 6\ 080 \text{ руб.}$$

3. Плата за потребленную электроэнергию, $С_{пот.эл}$, руб.

$$C_{пот.эл} = a \cdot W, \quad (289)$$

где a – тариф за потребленную электроэнергию, руб/кВт·час.

$$С_{э} = 3{,}03 \cdot 218\ 035 = 660\ 646 \text{ руб.}$$

4. Общая плата за электроэнергию, $С_{общ·эл}$, руб.

$$С_{общ·эл} = С_{уст.эл} + С_{пот.эл} \quad (290)$$

$$С_{общ·эл} = 6\ 080 + 660\ 646 = 666\ 726 \text{ руб.}$$

Вариант 1

Таблица 41 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Количество оборудования	Мощность ед. двигателей	Сумма мощности электродвигателей
Пресс «Лайс»	1	70	70
Смеситель «Айрих»	1	66	66
Ленточный конвейер	1	2,8	2,8
Дозатор	6	5	30
Мостовой кран	1	16	16
Термопечь	1	15	15
Горелка	1	50	50
Винтовой толкатель	1	32	32
Итого:			266,8

Продолжение таблицы 41

Наименование оборудования	Потребляемая эл.энергия	Плата за установлен. эл.энегрию	Плата за потреблен.эл. энергию	Всего затрат на эл. энергию
Пресс «Лайс»	476 952	13 300	1 445 165	1 458 465
Смеситель «Айрих»	449 698	12 540	1 362 584	1 375 124
Ленточный конвейер	19 078	532	57 806	58 338
Дозатор	102 204	2 850	309 678	312 528
Мостовой кран	109 017	3 040	330 322	333 362
Термопечь	102 204	2 850	309 678	312 528
Горелка	340 680	9 500	1 032 260	1 041 760
Винтовой толкатель	218 035	6 080	660 646	666 726
Итого:	1 817 868	50 692	5 508 139	5 558 997

Вариант 2

Таблица 42 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Количество оборудования	Мощность ед. двигателей	Сумма мощности электродвигателей
Пресс «Лайс»	1	70	70
Смеситель «Айрих»	1	66	66
Ленточный конвейер	1	2,8	2,8
Дозатор	5	5	25
Мембранный насос	1	2	2
Мостовой кран	1	16	16
Термопечь	1	15	15
Горелка	1	50	50
Винтовой толкатель	1	32	32
Итого:			263,8

Продолжение таблицы 42

Наименование оборудования	Потребляемая эл.энергия	Плата за установлен. эл.энегрию	Плата за потреблен.эл. энергию	Всего затрат на эл. энергию
Пресс «Лайс»	476 952	13 300	1 445 165	1 458 465
Смеситель «Айрих»	449 698	12 540	1 362 584	1 375 124
Ленточный конвейер	19 078	532	57 806	58 338
Дозатор	68 136	1 900	206 452	208 352
Мембранный насос	13 627	380	41 290	41 670
Мостовой кран	109 017	3 040	330 322	333 362
Термопечь	102 204	2 850	309 678	312 528
Горелка	340 680	9 500	1 032 260	1 041 760
Винтовой толкатель	218 035	6 080	660 646	666 726
Итого:	1 797 427	49 590	4 846 203	5 496 325

Таблица 43– Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование вида сырья и материалов	Потребляемое количество, т/год	Цена ед. сырья или материалов, руб	Сумма затрат, руб
Плавленый периклазовый порошок	14 635,3	28 000	409 788 400
Графит	1 626,1	43 120	70 117 432
СФП	403,5	130 000	52 455 000
Этиленгликоль	146,3	55 954	8 186 070,2
Всего:			540 546 902,2

Таблица 44 – Затраты на потребление газа

Наименование газа	Норма расхода, $м^3$/час	Время работы оборудования, час	Расход газа	Цена за 1 $м^3$ газа	Стоимость газа
Природный газ	27,75	6 813,6	189 077,4	4,11	777 108

Расчет амортизационных отчислений

Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (291)$$

$$N = 1/7 = 14{,}3\ \%$$

1. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П / 100 \quad (292)$$

где N – норма амортизации, %; $П$ – первоначальная стоимость оборудования, руб.

$$\sum N = 14{,}3 \cdot 4\,000\,000 / 100 = 572\,000 \text{ руб.}$$

Пресс «Лайс»

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (293)$$

$$N = 1/7 = 14{,}3\ \%$$

2. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П / 100 \quad (294)$$

где *N* – норма амортизации, %; *П* – первоначальная стоимость оборудования, руб.

Е N = 14,3·80 000 000/ 100 = 11 440 000 руб.

Ленточный конвейер

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (295)$$

N = 1/7 = 14,3 %

2. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П / 100 \quad (296)$$

где *N* – норма амортизации, %; *П* – первоначальная стоимость оборудования, руб.

Е N = 14,3·130 000/ 100 = 18 590 руб.

Весовые дозаторы

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (297)$$

N = 1/7 = 14,3 %

2. Сумма амортизации, ∑N, руб.

$$\sum N = N \cdot П / 100 \quad (298)$$

где *N* – норма амортизации, %; *П* – первоначальная стоимость оборудования, руб.

Е N = 14,3·600 000/ 100 = 85 800 руб.

Мостовой кран

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (299)$$

N = 1/10 = 10 %

2. Сумма амортизации, ∑N, , руб.

$$\sum N = N \cdot П / 100 \quad (300)$$

где *N* – норма амортизации, %; *П* – первоначальная стоимость оборудования, руб.

Е N = 10·360 000/ 100 = 36 000 руб.

Термопечь

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (301)$$

$$N = 1/10 = 10\ \%$$

2. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П/ 100 \quad (302)$$

где N – норма амортизации, %; $П$ – первоначальная стоимость оборудования, руб.

$$Е\ N = 10 \cdot 40\ 000\ 000/ 100 = 4\ 000\ 000\ руб.$$

Горелка

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (303)$$

$$N = 1/5 = 5\ \%$$

2. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П/ 100 \quad (304)$$

где N – норма амортизации, %; $П$ – первоначальная стоимость оборудования, руб.

$$Е\ N = 5 \cdot 500\ 000/ 100 = 25\ 000\ руб.$$

Винтовой толкатель

1. Норма амортизации, N, %

$$N = 1/срок\ службы \quad (305)$$

$$N = 1/7 = 14{,}3\ \%$$

2. Сумма амортизации, ∑ N, руб.

$$\sum N = N \cdot П/ 100 \quad (306)$$

где N – норма амортизации, %; $П$ – первоначальная стоимость оборудования, руб.

$$Е\ N = 14{,}3 \cdot 800\ 000/ 100 = 114\ 400\ руб.$$

Таблица 45 – Расчет амортизационных отчислений [21]

Наимен. обор-я	Кол. ед.	Стоимость ед. обор-я	Всего стоимость обор-я	Срок службы обор-я, лет	Норма амортиз., %	Сумма амортиза-ции
Смеситель «Айрих»	1	4 000000	4 000 000	7	14,3	572 000
Пресс «Лайс»	1	80000000	80 000 000	7	14,3	11 440 000
Ленточный конвейер	1	130 000	130 000	7	14,3	18 590
Дозаторы	6	200000	1 200000	7	14,3	85 800
Мостовой кран	1	360000	360000	10	10	36000
Термопечь	1	40 000000	40 000000	10	10	4 000000
Горелка	1	500000	500000	5	5	25000
Винтовой толкатель	1	800000	800000	7	14,3	114400
Итого:			126390000			16291790
Неучтено, 10%			12639000			1629179
Итого:			139029000			17920969

Сумма ремонтного фонда, РФ , руб

$$РФ = П \cdot Н_{р.ф} /100, \quad (307)$$

где $П$ – общая стоимость основных фондов, руб; $Н_{р.ф}$ – норматив ремонтного фонда, %.

РФ = 139 029 000·20 /100 = 27 805 800 руб.

Затраты на охрану труда, Зат. ,руб.

$$Зат. = (итого ОЗП (таб.39) + итого ОЗП(таб.40)) \cdot 5/100 \quad (308)$$

Зат. = (5 949 798 + 2 715 840)·5/100 = 433 282 руб.

6.3 Определение себестоимости продукции

Вариант 1

Таблица 46 – Калькуляция себестоимости $V_{год}$=14 892 т/год

Наименование статьи затрат	Основание	Общая сумма затрат, руб	Затраты на 1 т.продукции, руб
1. Затраты на сырье и материалы	Расчет таблица 43	540 546 902,2	36 298
2. Затраты на природный газ	Расчет таблица 44	777 108	52
3. Фонд з/п основных произ-х рабочих	Расчет таблица 39	5 187 933	348
4.Допол.з/п основных произ-х рабочих	Расчет таблица 39	676 688	45
5. Отчисление на соц.нужды	Расчет таблица 46	1 556 380	105
6. Энергозатраты	Расчет таблица 41	5 558997	373
7. Амортиз. отчисления	Расчет таблица 45	17 920 969	1 203
8. Ремонтный фонд	Расчет	27 805 800	1 867
9. Охрана труда	Расчет	395 189	27
10. Содержание основных средств	Расчет 10% пункта 8	2 780580	187

Окончание таблицы 46

Итого:	Расчет сумма 1–10	597 647 549,2	40 132
11. Цеховые расходы	Расчет 10% от итого (1–10)	59 764 754,9	4 013
Итого цеховая с/с	Расчет сумма 1–11	657 412 304,1	44 145
12. Общее произ-е расходы	Расчет 10% от цеховой с/с	65 741 230,4	4 415
Итого произ-е с/с	Расчет сумма 1-12	723 153 534,5	48 560
13. Вне произ-е расходы	Расчет 10% от итого произ–й с/с	72 315 353,4	4 856
Итого полная с/с	Расчет сумма 1–13	795 468 888	53 416

Вариант 2

Таблица 47 – Калькуляция себестоимости $V_{год}$=14 892 т/год

Наименование статьи затрат	Основание	Общая сумма затрат, руб	Затраты на 1 т.продукции, руб
1. Затраты на сырье и материалы	Расчет таблица 43	540 546 902,2	36 298
2.Затраты на природный газ	Расчет таблица 44	777 108	52
3.Фонд з/п основных произ-х рабочих	Расчет таблица 39	5 187 933	348

Окончание таблицы 47

4.Дополнительная з/п основных производственных рабочих	Расчет таблица 39	676 6888	45
5.Отчисление на соц.нужды	Расчет таблица 47	1 556 380	105
6.Энергозатраты	Расчет таблица 41	5 496 325	369
7.Амортиз. отчисления	Расчет таблица 45	17 920 969	1 203
8.Ремонтный фонд	Расчет	27 805 800	1 867
9.Охрана труда	Расчет	3959	27
10.Содержание основных средств	Расчет 10% пункта 8	2 780 580	187
Итого:	Расчет сумма 1–10	597 584 877,2	40 128
11.Цеховые расходы	Расчет 10% от итого (1–10)	59 758 847,7	4 012
Итого цеховая с/с	Расчет сумма 1–11	657 343 365	44 141
12.Общее произ-е расходы	Расчет 10% от цеховой с/с	65 734 336,5	4 414
Итого произ-е с/с	Расчет сумма 1–12	723 077 701,5	48 555
13.Вне произ-е расходы	Расчет 10% от итого произ-й с/с	72 307 770,1	4 855
Итого полная с/с	Расчет сумма 1–13	795 385 472	53 410

Прибыль, П, руб

$$П = (Ц – С) \cdot V_{год}, \quad (309)$$

где $Ц$ – цена единицы продукции, руб; $С$ – себестоимость единицы продукции, руб; $V_{год}$ – годовой объем продукции, т/год.

Цена, Ц, руб

$$Ц = С \cdot R \quad (310)$$

$$Ц = 53\,416 \cdot 1{,}15 = 61\,428{,}4 \text{ руб.}$$

$$П = (61\,428{,}4 – 53\,416) \cdot 14\,892 = 119\,320\,660{,}8 \text{ руб.}$$

6.4 Расчет экономической эффективности от внедрения оргтехмероприятий

Экономический эффект, Э, руб.

$$Э = (C_{1в} – C_{2в}) \cdot V_{год}, \quad (311)$$

где $C_{1в}$ – себестоимость 1 тонны продукции по 1 варианту, руб; $C_{2в}$ – себестоимость1 тонны продукции по 2 варианту, руб.

$$Э = (53\,416 – 53\,410) \cdot 14\,892 = 89\,352 \text{ руб.}$$

За счет применения для производства периклазоуглеродистых изделий более технологическое оборудование (снижение энергопотребления), получен экономический эффект в сумме 89 355 руб.

6.5 Основные технико–экономические показатели

Таблица 48 – Основные технико–экономические показатели

Наименование показателя	Формула	Единицы измерения	Показатель
Годовой объем продукции	$V_{год}$	т/год	14 892
Фондовооруженность	$Ф_в = Ф_{осн}/N_{спис}$	руб/чел	2 482 661
Фондоотдача	$Ф_о = V_{год}/ Ф_{осн}$	т/руб	0,00011
Фондоемкость	$Ф_{ем} = Ф_{осн}/ V_{год}$	руб/т	9 336
Списочная численность персонала	$N_{спис}$	чел	56
ФОТ	Всего:	руб	5 187 933
Себестоимость 1 т	Таблица 46	руб	53 416
Рентабельность издержек	$R_{изд} = П/ с/с$	%	22

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрабатывая ВКР, ознакомилась с особенностями технологии производства периклазоуглеродистых изделий.

Мной было предложено усовершенствовать технологическую линию производства ПУ изделий путем внедрения современного дозирующего устройства.

Был рассчитан материальный баланс производства периклазоуглеродистых изделий, который показал, расходный коэффициент плавленого периклазового порошка равняется 1,13 т.сырья/т.гот.прод; потребность в плавленом периклазовом порошке фракции 3–1 мм – 8130,8 т/год, фракции 1–0 мм – 3739,9 т/год, фракции 0,063–0 мм – 2764,6 т/год; потребность в графите – 1626,1 т/год, потребность в СФП – 403,5 т/год, потребность в связке – 146,3 т/год.

В процессе проектирования выбрала наиболее эффективное оборудование: один пресс HPF – 1600 фирмы «Leais», один интенсивный смеситель «АЙРИХ»; один дозатор «ДЖУ–15» для этиленгликоля, два дозатора 4488ДН–У–1–6,3 для плавленого периклазового порошка фракции 3–1 и 1–0 мм, три дозатора «ДМС–50–2» для СФП, графита и плавленого периклазового порошка фракции 0,063–0 мм.

Выполнен тепловой расчет термопечи: удельный расход условного топлива составляет 1,03 %.

В экономической части рассчитана себестоимость продукции, которая составила 53 416 руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кащеев, И.Д. Свойства и применение огнеупоров: справочное издание / И.Д. Кащеев. – М.: теплотехник, 2004. – 352 с.;

2. Кащеев, И.Д. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение: каталог–справочник: в 2 книгах, Кн. 2 / И.Д. Кащеев. – М.: теплоэнергетик, 2003 – 320 с.;

3. Сиваш, В.Г, Перепелицын, В.А., Митюшов, Н.А. Плавленый периклаз / В.Г. Сиваш, В.А. Перепелицын, Н.А. Митюшов. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2001. – 584 с.;

4. Кащеев, И.Д. Оксидно–углеродистые огнеупоры/И.Д. Кащеев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. −265 с.;

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

6. Кащеев, И.Д., Стрелов, К.К., Мамыкин, П.С. Химическая технология огнеупоров/ И.Д. Кащеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2007. – 752 с.;

7. Технологическая инструкция ТИ 0018–7145–008–2009 Сатка.: «Магнезит»;

8. Технологическое условие распространяется на изделия огнеупорные для футеровки сталерозливочных ковшей, сталеплавильных конвертеров и электропечей. ТУ 1590-014-72664728-2008;

9. Технологическая инструкция ТИ 0018–7145–173–2007 Эксплуатация печи термообработки. Сатка.: «Магнезит»;

10. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Сооружение промышленных печей. Том 1, книга 2. Проектирование плавленых комплексов. Справочное издание в 3–х т. Под ред. А.М. Прохорова, В.Г. Лисиенко. – Москва: Теплотехник, 2006. – 605 с.;

11. Байсоголов, В.Г. Механическое и транспортное оборудование заводов

огнеупорной промышленности/В.Г. Байсоголов, П.И. Галкин. − М: Металлургия, 2002. – 455 с.;

12. Технологическая инструкция12.05.2010г. О видах брака и способах устранения. Сатка.: «Магнезит»;

13. Кащеев, И.Д. Производство огнеупоров / И.Д. Кащеев. – Учебник для ПТУ. М.: «Металлургия», 1993. − 256 с.;

14. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. – М.: «Высшая школа» – М 1968. – 367 с.;

15. Баранова, В.Я., Бензовской Т.Х.Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник /под ред. Баранова В.Я., Бензовской Т.Х. – Л.: Машиностроение, 1989. − 278с.;

16. Зуев, В.И., Никитин, А.В. Практикум по экономике, организации и планированию в горной промышленности. – М.: Высшая школа, 2001. – 203 с.;

17. Михайлушкин, А.И., Шимко П.Д. Экономика. Под ред. А.И. Михайлушкин, П.Д. Шимко. – М.: Высшая школа, 2001. – 158 с .;

18. Горфинкеля,В.Я., Швандара, В.А.Экономика предприятия. Под ред. Проф. В.Я.Горфинкеля, В.А. Швандара. – М.:ЮНТИ–ДАНА, 2006. – 156 с.;

19. Грузинова В.П.Экономика предприятия. Под ред. В.П.Грузинова – М.: ЮНТИ, 2003;

20. Волкова О.И. Экономика предприятия. Под ред. О.И.Волкова. – М.: ИНФРА–М,2002. – 266 с.;

21. Пикуза В., Гаращенко А. Экономические и финансовые расчеты в EXCEL. / В. Пикуза, А. Гаращенко. – Издательская группа BNV, 2003. – 255 с.