

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
институт  
Горные машины и комплексы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.В. Гилев  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

15.03.02.06 Metallургические машины и оборудование  
код – наименование направления

«Повышение эффективности эксплуатации механического оборудования  
прокалочного отделения цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ-  
Красноярск»»  
тема

Руководитель доцент, канд.техн.наук \_\_\_\_\_ В.Т. Чесноков  
должность, ученая степень подпись, дата инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ В.И.Карачун  
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
институт  
Горные машины и комплексы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
   А.В. Гилев  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**

Студенту: Карачун Владимир Игоревич

Группа ЗММ 12-07 Направление (специальность) 15.03.02.06

Технологические машины и оборудование

Тема выпускной квалификационной работы: «Повышение эффективности эксплуатации механического оборудования прокаточного отделения цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ-Красноярск»

Утверждена приказом по университету № 8082/с от 10 июня 2016

Руководитель ВКР В.Т.Чесноков доцент, кандидат технических наук  
СФУ ИГДГиГ

Исходные данные к ВКР:

Технологические и должностные инструкции; инструкции по работе с основным и вспомогательным оборудованием; паспорта основного и вспомогательного оборудования; журнал приема-сдачи смен ремонтной службы; технологическая схема; схема электроснабжения; график ППР; инструкции по охране труда.

Перечень разделов, рассматриваемых в ВКР: Технология алюминиевого производства; основное механическое оборудование анодного производства; эксплуатация и ремонт металлургического оборудования; Повышение эффективности эксплуатации механического оборудования прокаточного отделения цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ-Красноярск»;

Перечень графического материала: Общий вид барабанная печь; общий вид уплотняющее устройство; аппаратурно-технологическая схема размольно-смесительного отделения; схема установки дополнительного оборудования на прокаточной печи; основные технико-экономические показатели;

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

Подпись

В.Т.Чесноков

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ В.И.Карачун

Подпись

инициалы фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Действующая технология производства анодной массы.....	7
2 Механизация технологического процесса.....	14
2.1 Двухвалковая дробилка ДДЗ-6.....	14
2.2 Валковая дробилка ДДЗ-4М.....	16
2.3 Питатель, качающийся лотковый ПКЛ-1,2-8.....	17
2.4 Прокалочные печи УВП 3х45.....	20
2.5 Холодильники УХ 3х30.....	21
2.6 Анализ работы технологических машин и оборудования прокалочного отделения ЦАМ.....	24
3. Повышение эффективности механического оборудования прокалочного оборудования цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ- Красноярск».....	25
4 Организация эксплуатации и ремонта оборудования.....	34
5 Экономическая часть.....	37
5.1 Расчет себестоимости производства анодной массы.....	37
5.2 Затраты на энергию.....	38
5.3 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.....	38
5.4 Цеховые расходы.....	39
5.5 Калькуляция себестоимости.....	40
6 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Предприятие ОАО «РУСАЛ-Красноярск» является одним из крупнейших предприятий края, а с вводом в строй действующих всех корпусов электролиза будет крупнейшим алюминиевым заводом страны.

Продукция с маркой "КрАЗ" идет во многие города страны. Завод оснащен мощными электролизерами с верхним токоподводом с самообжигающимися анодами типа С7, С8Б и С8БМ, с обожженными анодами и электролизерами для получения алюминия высокой чистоты.

Обслуживание электролизеров осуществляется механизированным способом напольно-рельсовыми машинами типа МНР-2, пневматическими машинами на дизельном ходу типа МПК-5, машинами по загрузке глинозема типа МРГ-4, самоходными бункерами глинозема.

ОАО «РУСАЛ-Красноярск» выпускает следующую продукцию: алюминий в жидком виде, мелкую чушку, Т-образную чушку, крупногабаритные слитки, проката, слитки цилиндрические, силумин, алюминий высокой чистоты, лигатуру А1-Mn, А1-Ti.

Основные вопросы, решенные в ходе выполнения дипломной работы, будут связаны с выбором технологии производства цеха анодной массы (ЦАМ) ОАО «РУСАЛ-Красноярск», принятием и определением параметров основного технологического, подъемно-транспортного и стационарного оборудования, разработкой системы планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания оборудования.

Работа предполагает также расчет параметров системы аспирации воздуха, описание основных вредных производственных факторов, воздействующих на промышленный персонал и разработку мер безопасности, технико-экономическую оценку предложенных мероприятий.

С учетом прогнозируемой потребности в анодной массе ОАО «РУСАЛ-Красноярск», существует дефицит производства по прокаленному коксу в 2014; 2015 годах в размере 16,3 и 27,6; тыс. т/год, соответственно.

Следовательно, будет наблюдаться дефицит анодной массы, что делает невозможным наращивание объемов производства первичного алюминия и существует острая потребность в модернизации прокалочного отделения ЦАМ.

В существующей технологической схеме и используемом оборудовании цеха анодного производства наблюдаются недостатки.

Основные изменения существующей системы при проведении модернизации анодного производства коснутся, в первую очередь, участка прокаливания нефтяного кокса. Изменения в прокалке направлены на увеличение производительности прокалочных печей, и достижения большей стабильности качественных характеристик прокаленного кокса.

Большое значение для обеспечения заданных условий работы прокалочной печи имеет конструктивное оформление узлов сочленения вращающегося барабана с «горячей» головкой холодильника. Конструкция сочленения должна быть максимально уплотнена, чтобы подсосы воздуха были минимальны. При повышенных подсосах воздуха наблюдается повышенный угар кокса, так как нарушается соотношение длин зон в печи и вместо выделяющихся летучих сгорает прокаленный кокс в зоне охлаждения материала.

# 1 Действующая технология производства анодной массы

Существующий цех производства анодной массы состоит из четырех независимых технологических линий по производству анодной массы, расположенных в многоэтажном здании. Сырой нефтяной кокс поступает в анодное производство в полувагонах, разгружаемых в здании основного склада кокса.

Общая технологическая схема подготовки кокса для анодной массы представлена на рисунке 1.1. Из секций склада сырой кокс мостовыми кранами загружается в один из четырех бункеров, питающих две дробилки предварительного дробления ДДЗ-4М производительностью 240 т/час перед стадией прокаливания.

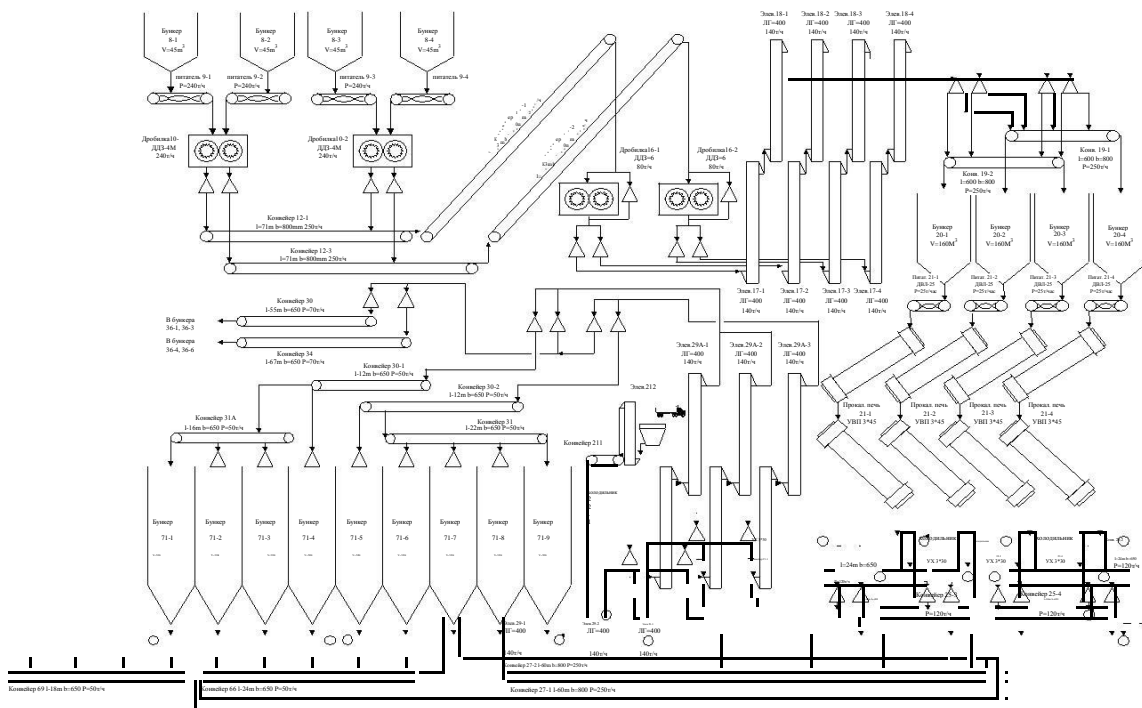


Рисунок 1.1 - Схема подготовки кокса для анодной массы

После этого раздробленный сырой кокс направляется на участок прокаливания одним из двух ленточных конвейеров производительностью 250 т/час, где подается на одну из двух дробилок вторичного дробления ДДЗ-

6, а затем элеваторами в один из четырех силосов питания прокалочных печей.

Кокс загружается в холодный конец прокалочной печи при помощи автоматических весовых дозаторов типа ДВЛ – 25, производительностью 5-25 т/час. Технологическая загрузка печи составляет 14 – 16 т/час.

Проектная же производительность печи составляет 10 т/час по прокаленному коксу. Длина прокалочной печи составляет 45 м. Под влиянием наклона печи и вращательного эффекта барабана кокс перемещается к горячему концу и по футерованному узлу перегрузки поступает в барабанный вращающийся холодильник диаметром 3 м и длиной 30 м, снаружи орошаемый водой. Кокс, проходя по холодильнику, остывает до  $T = 100 \div 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и по конвейерам и элеваторам поступает в размольно-смесильное отделение для производства анодной массы либо в один из девяти 520-тонных силосов хранения прокаленного кокса.

Спецификация на кокс, используемый при производстве анодной массы, приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Нефтяной кокс

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ		МЕТОД КОНТРОЛЯ
	max	min	
1 Действительная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,05	2,1	СТП 05.2-96
2 Массовая доля летучих веществ, %	1,5	-	СТП 04.05-20-97
3 Пористость (объем интрузии), мл/г	150	90	Метод фирмы «Кайзер» Ртутный коррозиметр
4 Массовая доля мелочи (%)	75	-	СТП 01 09-2.10.20.-95
5 Массовая доля влаги, %	0,5	-	ГОСТ 27588 ASTM D 4931-1989
6 Массовая доля серы, %	1,2	-	СТП 8606 СТП 04.05-25-98
7 Массовая доля, %: • Железа • Кремния • Ванадия • Натрия	0,08 0,08 0,015 0,020	- - - -	СТП 04.05-13-97 Атомно-эмиссионный спектрометр



Аппаратурно-технологическая схема размольно-смесительного отделения представлена на рисунке 1.2.

Прокаленный кокс поступает на участок производства анодной массы по одному из двух ленточных конвейеров производительностью 70 т/час каждый. С ленточных конвейеров прокаленный кокс выгружается в один из шести бункеров питания молотковых и валковых дробилок, в соответствии с рисунком 1.2, для последующего дробления и разделения на виброгрохотах на три фракции, от двух из которых отбирается материал для питания шаровой мельницы, продукт помола которой образует еще одну фракцию. В целом, четыре фракции прокаленного кокса подаются в сортовые бункера для последующего их использования в производстве анодной массы. Из фракционных бункеров все четыре фракции нефтяного кокса дозируются с помощью установленных под ними весовых дозаторов. От дозаторов все четыре фракции под действием силы тяжести стекают по течкам в дисковые подогреватели ППД, где температура кокса поднимается до требуемого технологией уровня перед подачей коксовой шихты на смеситель анодной массы. Каждая технологическая линия имеет по одному смесителю СНС-400/2 с двумя шнеками, пароподогревом и производительностью 8-9 т/час анодной массы.

Для охлаждения анодной массы используют воду из системы «оборотного» водоснабжения. Количество воды, подаваемой на охлаждение, должно обеспечивать охлаждение анодной массы, исключаящее её слипание. Температура воды в ваннах не должна превышать  $45^{\circ}\text{C}$ . При повышении температуры оборотной воды на входе в цех, свыше  $25^{\circ}\text{C}$ , схема охлаждения должна быть переключена на «пром-воду».

Для ведения технологии «полусухого» и «сухого» анода в РСО ЦАМ выпускают анодную массу 4 типов. Данные по грансоставу и процентному содержанию связующего компонента для каждого типа анодной массы, приведены в таблице 1.2.

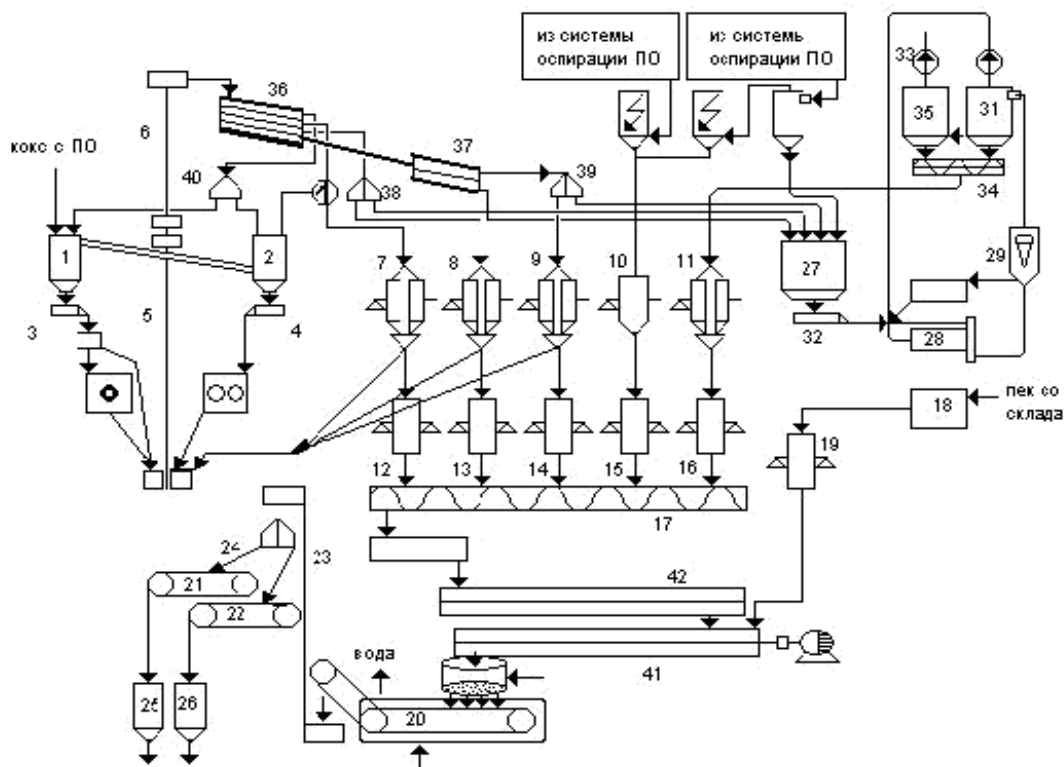


Рисунок 1.2 - Аппаратурно-технологическая схема размольно-смесительного отделения

### Средний размол

1-бункер молотковой дробилки; 2- бункер валковой дробилки; 3 , 4 – качающийся питатель КЛ-8; 5, 6 – ковшевой элеватор.

### Система дозирования

7- сортовой бункер для крупки-1; 8 - сортовой бункер для крупки-2; 9 - сортовой бункер для отсева; 10 - сортовой бункер для фильтровой пыли; 11 - сортовой бункер для пыли; 12 – дозатор «Prokon» для крупки-1; 13 - дозатор «Prokon» для крупки-2; 14 - дозатор «Prokon» для отсева; 15 - дозатор «Prokon» для фильтровой пыли; 16 - дозатор «Prokon» для пыли; 17 – сборный шнек; 18 – напорный бак пека; 19 - дозатор «Prokon» для пека.

### Транспортирование и складирование готовой продукции

20, 21, 22- ленточные транспортеры; 23 – ковшовый элеватор; 24 – перекладная течка; 25, 26 - бункер для готовой продукции.

### Тонкий помол

27 – бункер питания шаровой мельницы; 28 – шаровая мельница FC 8;  
 29 – турбоклассификатор; 30 – мельничный вентилятор; 31 – циклон D-1450;  
 32 – шнековый питатель; 33 – вентилятор после рукавного фильтра; 34 –  
 сборный шнек; 35 – рукавный фильтр.

#### Грохочение

36 - грохот фирмы «Locket» R-523; 37 - грохот фирмы «Locket» R-83;  
 38, 39, 40 – управляемые электрические перекидные точки;

#### Смещение анодной массы

41- смеситель фирмы «Buss» KE-500

#### Подогрев коксовой шихты

42 – шнековый подогреватель HOLD FLITE фирмы «Denver».

Таблица 1. 2 – Содержание связующего компонента

Компо- нент	ТЕХНОЛОГИЯ «СУХОГО» АНОДА			ТЕХНОЛОГИЯ «ПОЛУСУХОГО» АНОДА		
	Фракция, мм	Сухая АМ, %	Подштыре- вая АМ, %	Фракция, мм	Сухая АМ, %	Жирная АМ, %
	+12,5	до 2,0	-	+8,0	до 1,5	до 1,5
Крупка-1	-12,5 +4,75	19 ± 2	до 0,5	-8,0 +4,0	16,5 ± 2	16,5 ± 2
Крупка-2	-4,75 +1,18	19 ± 2	25,5 ± 2	-4,0 +1,0	29,0 ± 2	29,0 ± 2
Отсев	-1,18 +0,212	24,0 ± 2	29,0 ± 2	-1,0 +0,075	24,0 ± 2	24,0 ± 2
Пыль	-0,212 в т.ч. - 0,075	38,0 ± 2 26,6 ± 1,5	45,5 ± 2 31,5 ± 1,5	-0,075	30,0 ± 2	30,0 ± 2
Пек		25-27,5	38-42		28 ± 1	37 ± 1

При изготовлении анодной массы в качестве связующего вещества используется каменноугольный пек двух видов: среднетемпературный и высокотемпературный в соответствии с таблицами 1.3, 1.4.

Каменноугольный пек приходит в анодное производство в жидком виде в железнодорожных термоцистернах и в гранулированном виде в однотонных

«биг-бэгах». Термоцистерны имеют электроподогрев для расплавления пека перед его выгрузкой под давлением пара через сливные стояки в один из четырех наземных резервуаров хранения жидкого пека с электроподогревом.

Гранулированный же пек выгружается в один из подземных пекоприемников с паробогреваемыми регистрами для плавления и последующей перекачки пека в один из тех же четырех наземных резервуаров. Из резервуаров пек перекачивается по одному из двух электрообогреваемых пекопроводов в один из двух расходных баков главного корпуса дирекции по анодной массе, в ходе чего температура пека доводится до требуемого технологией уровня.

Из расходных же баков пек подается непосредственно на жидкостные дозаторы пека, подающие его в требуемой пропорции к коксовой шихте на смеситель анодной массы.

Таблица 1.3 – Пек каменноугольный среднетемпературный (СТП)

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ		МЕТОД КОНТРОЛЯ
	max	min	
Массовая доля воды, %	0,5	-	ГОСТ 2477
Выход летучих веществ, %	59	56	ГОСТ 9951
Массовая доля веществ нерастворимых в хинолине, %	10	5	ISO 6791-1981 ГОСТ 10200
Массовая доля веществ нерастворимых в толуоле, %	-	25	ISO 6376-1980 (E) ГОСТ 7847
Дистилляция содержания фракции в точке кипения до 360 <sup>o</sup> C, %	6	-	ASTM D 2569-1991
Коксовый остаток, %	-	50	ISO 6998-1984
Вязкость с плотностью - при 155 <sup>o</sup> C - при 185 <sup>o</sup> C	1500 300	400 100	ASTM D 4402-1987
Зольность, %	0,3	-	ISO 8006 ГОСТ 7846
Массовая доля серы, %	0,5	-	СТП 04.05-25-98
Массовая доля натрия, %	0,020	-	СТП 04.05-13-97

Таблица 1.4 – Пек каменноугольный высокотемпературный (ВТП)

Наименование показателя	Значение показателя		Метод контроля
	max	min	
Массовая доля воды, %	0,5	-	ГОСТ 2477
Температура размягчения, °С	20	110	ASTM D 3104-1987 (метод «метсера»)
Веществ выход летучих, %	57	53	ГОСТ 9951
Массовая доля веществ нерастворимых в хинолине, %	10	6	ISO 6791-1981 ГОСТ 10200
Массовая доля веществ нерастворимых в толуоле, %	-	26	ISO 6376-1980 (E) ГОСТ 7847
Дисциплиция содержания фракции в точке кипения до 360 °С, %	4	-	ASTM D 2569-1991
Коксовый остаток, %	-	55	ISO 6998-1984
Вязкость с плотностью - при 155 °С - при 185 °С	4500 500	1500 300	ASTM D 4402-1987
Зольность, %	0,3	-	ISO 8006 ГОСТ 7846
Массовая доля серы, %	0,5	-	СТП 04.05-25-98 (анализатор серы «LECO»)
Массовая доля натрия, %	0,020	-	СТП 04.05-13-97

Таблица 1.5 – Удельные нормы расхода сырья

Наименование	Расходный коэффициент на 1т анодной массы	Примечание
Кокс (сырой, прокаленный)	825-860	При потреблении прокаленного кокса от 0 до 20%
Пек: • СТП	305-315	для технологии «полусухого» анода
• ВТП	270-290	для технологии «сухого» анода

## **2 Механизация технологического процесса.**

На участке прокаливания кокса ЦАМ ОАО «РУСАЛ Красноярск, предусмотрено следующее технологическое оборудование:

- двухвалковые дробилки зубчатые ДДЗ-6;
- двухвалковые дробилки зубчатые ДДЗ-4М;
- питатели качающиеся (лотковые) ПКЛ-1,2-8У;
- барабанные печи прокаливания кокса УВП 3х45
- барабанные холодильники УХ 3х30

### **2.1 Двухвалковая дробилка ДДЗ-6**

На участке прокаливания кокса, для первой стадии дробления применяется двухвалковая зубчатая дробилка типа ДДЗ-6.

Технологическим преимуществом валковых дробилок является незначительный выход мелких фракций вследствие того, что дробление осуществляется однократным раздавливанием материала и при минимальном истирании. Дробилки просты по конструкции, занимают мало места по высоте, просты в эксплуатации, надежны.

К недостаткам валковых дробилок относятся: высокий удельный расход электроэнергии, неравномерный и быстрый износ бандажей.

Дробилка состоит из следующих элементов (рисунок 2.1): 1-механизм регулировки выходной щели, 2-валки, футерованные зубчатыми бандажами, 3-приводной электродвигатель, 4,5-подшипниковые опоры, 6-рама, 7-приемная воронка, 8-предохранительный механизм.

В дробилке один валок установлен в подшипниках, закрепленных в станине, а другой – в подвижных опорах. При попадании недробимого предмета между валками валок с подвижными подшипниками отжимается в сторону, сжимая пружину, предмет проваливается вниз и валок возвращается в исходное положение за счет упругости сжатой пружины.

Привод осуществляется клиноременной передачей от отдельно устанавливаемого электродвигателя. Вращение передается на приводной вал, а затем через синхронизатор на тихоходные валки – подвижный и неподвижный.

Дробилка закрыта кожухом из листовой стали. Каждый валок состоит из корпуса, насаженного на вал, и бандажа, изготовленного из износостойкой марганцовистой стали 110Г13Л.

Техническая характеристика двухвалковой дробилки ДДЗ-6 представлена в таблице 2.1.

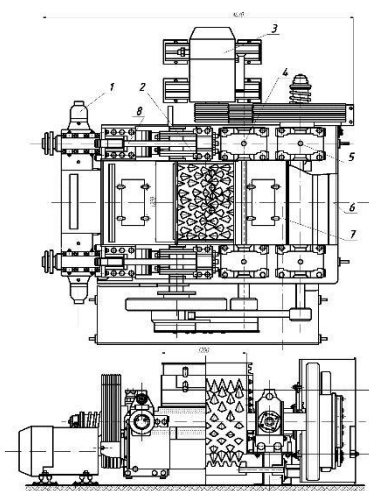


Рисунок 2.1 Валковая дробилка ДДЗ-6

Таблица 2.1 Техническая характеристика ДДЗ-6

Параметры	ДДЗ-6
Производительность, т/ч	95- 225
Коэффициент крепости дробимого материала, f	6
Диаметр валка, мм	630
Длина валка, мм	800
Крупность поступающего материала, мм	400x500x600
Крупность дробленного материала, мм	100-150
Номинальная мощность двигателя, кВт	30
Габаритные размеры, мм:	
- длина	3550
- ширина	3450
- высота	1250
Масса, кг	9250

## 2.2 Валковая дробилка ДДЗ-4М

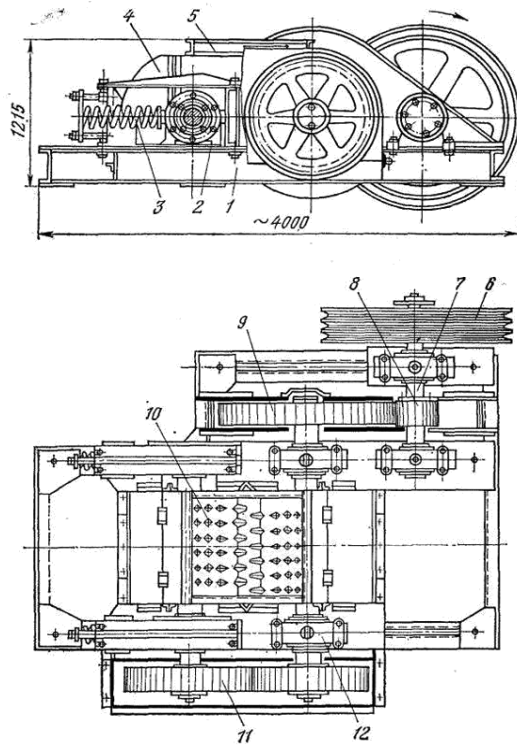
Предназначена для второй стадии дробления кокса (рисунок 2.2). Она состоит из рамы 1, на которой смонтированы подшипники 2 и 12, двух параллельных валов, опирающихся на эти подшипники, с жестко закрепленными на них зубчатыми валками 10. Валки вращаются навстречу один другому. Ряды зубьев одного валка расположены между рядами зубьев другого валка, что обеспечивает получение более однородного по крупности дробленого продукта.

Привод валков состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, шкива 6, вала 7, малой 8 и большой 9 шестерен. Левый валок получает вращение от правого при помощи зубчатых колес 11 с удлиненными зубьями. Валки покрыты кожухом 4. Валок имеет форму многогранника, жестко насаженного на вал. К граням валка крепятся при помощи болтов зубчатые сегменты, которые изготавливаются из марганцовистой стали. Набор сегментов образует зубчатый валок цилиндрической формы.

Таблица 2.2 Техническая характеристика двухвалковая дробилка зубчатая ДДЗ-4М

Параметры	ДДЗ-4М
Производительность, т/ч	60-150
Коэффициент крепости дробимого материала, f	6
Диаметр валка, мм	400
Длина валка, мм	500
Крупность поступающего материала, мм	100x200x300
Крупность дробленого материала, мм	25-50
Номинальная мощность двигателя, кВт	15
Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота	2650 2750 950
Масса, кг	4400





1 - рама, 2 – подшипник, 3 – буферные пружины, 4 – кожух, 5 – загрузочная воронка, 6 – шкив, 7 – вал, 8,9 – малая и большая шестерня, 10 – зубчатые валки, 11 – зубчатые колеса, 12 – подшипник.

Рисунок 2.2 Валковая дробилка ДДЗ-4М

Исходный материал загружается в дробилку через воронку 5, захватывается зубьями валков и подвергается дроблению. При попадании в дробилку недробимых предметов сжимаются буферные пружины 3, один из валков отодвигается (вращается в скользящих подшипниках). После прохождения недробимого предмета пружины возвращают валок в прежнее положение.

### 2.3 Питатель, качающийся лотковый ПКЛ-1,2-8

Питатели качающиеся лотковые служат для выдачи кокса из бункеров в валковые дробилки и для подачи кокса из силосов на конвейеры.

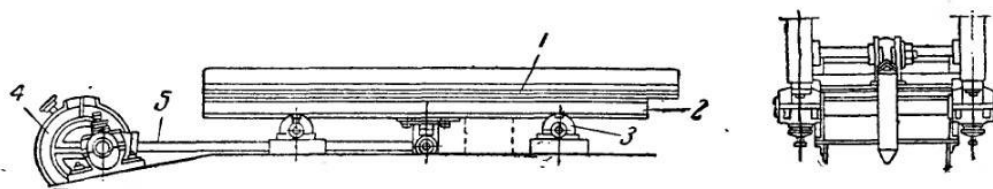
Питатели отличаются повышенной надежностью и долговечностью в эксплуатации за счет усиления элементов конструкции и установки футеровочных листов из износостойкой стали.

Основные преимущества питателей ПКЛ:

- высокая производительность;
- простота конструкции;
- удобство обслуживания и ремонта;
- надежность в эксплуатации;
- низкий удельный расход электроэнергии

Принцип и устройство работы качающегося лоткового питателя ПКЛ.

Качающийся питатель (рисунок 2.3) состоит из лотка 1, к которому прикреплены две направляющие 2, катящиеся по роликам 3. Привод осуществляется через эксцентрик 4, связанный тягой 5 с лотком. Таким образом, лоток совершает качание взад и вперед, причем качания происходят в плоскости днища лотка.



1 – лоток, 2 – направляющие, 3 – ролики, 4 – эксцентрик, 5 – тяга.

Рисунок 2.3 Качающийся лотковый питатель ПКЛ

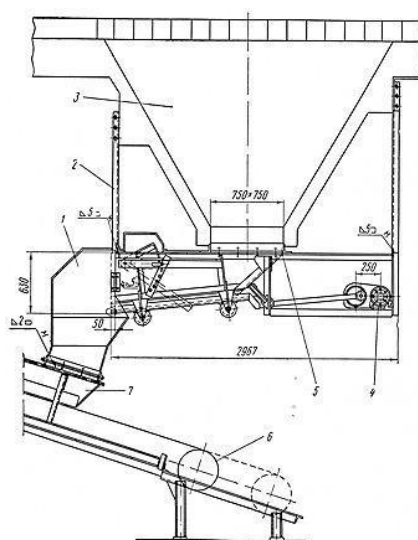
Качающийся питатели, установленные под выпускными люками промежуточных бункеров, при загрузке конвейерной линии располагаются над нижним концом конвейера (рисунок 2.4). Питатель 4 закреплен болтами к фланцу 5 воронки бункера, и с помощью уголков 2 — к закладным деталям бункера. Загрузочная воронка 1, изготовленная из листовой стали, присоединена к фланцу качающегося питателя 4. Все фланцевые соединения

уплотнены прокладками из асбестового шнура, пропитанного жидким стеклом.

Техническая характеристика ПКЛ-1,2-8 представлена в таблице 2.4

Таблица 2.4 Техническая характеристика питателя ПКЛ

Параметры	ПКЛ- 1,2-8
Производительность, м <sup>3</sup> /ч (т/ч)	210 (250)
Ширина лотка, мм	800
Длина лотка, мм	1450
Ход лотка, мм	0...200
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	3100
ширина	1600
высота	1100
Масса, кг	1100



1 — загрузочная воронка, 2 — уголок крепления питателя, 3 — приемный бункер для угля, 4 — качающийся питатель, 5 — фланец воронки бункера, 6 — натяжное устройство, 7 — загрузочный короб конвейера

Рисунок 2.4 Качающийся питатель и загрузочная воронка

## 2.4 Прокалочные печи УВП 3х45

Сушку кокса и удаление летучих веществ производят в прокалочной печи марки УВП 3х45. Принципиальная технологическая схема процесса прокаливания нефтяного кокса приведена на рисунке 2.6.

Установка включает блоки прокаливания и охлаждения кокса, пылеулавливания и утилизации тепла и склад готового продукта. На установке предусмотрены полный дожиг пыли и летучих веществ, утилизация тепла с получением водяного пара. В технологической схеме установки применяется предварительный подогрев воздуха до 400—450°С, позволяющий уменьшить потери кокса от угара.

Вращающаяся печь цилиндрической формы, с вращательным движением вокруг продольной оси, предназначена для нагрева сыпучих материалов с целью их физико-химической обработки. Барабанная вращающаяся печь для прокалики кокса замедленного коксования выполнена в противоточном исполнении, с прямой передачей энергии, т. к. обработка материала происходит при непосредственном контакте материала с газом-теплоносителем. Производительность прокалочной печи достигает 40 т/ч готового продукта. Длина прокалочной печи составляет 45 м.

Движение материала осуществляется за счет наклона оси вращения печи. Теплоносителем является топочный газ, образующийся при горении газообразного топлива. В барабанной печи сжигается газообразное топливо непосредственно в рабочем пространстве и греющие газы движутся навстречу обрабатываемому материалу.

Металлический барабан, футерованный огнеупорным кирпичом, устанавливается под небольшим углом к горизонту на опорные ролики. Барабан приводят во вращение электродвигателем через редуктор и открытую зубчатую передачу. Шихту загружают со стороны головки. Сухую шихту подают механическими питателями. Топливо (10—30% от массы шихты) вводят через горелки (форсунки), помещённые в горячей головке.

Здесь же выгружают готовый продукт, направляемый в холодильник. Газы из барабанной печи очищают от пыли (возгонов) в системе циклонов и печи дожигания пыли.

Для улучшения условий теплопередачи случаев футеровку печей выполняют сложной формы.

Таблица 2.5 Основные характеристики барабанной печи

Параметры	УВП 3x45
Производительность, т/ч	40
Диаметр корпуса, мм	3000
Длина корпуса, мм	45000
Внутренняя площадь, м <sup>2</sup>	310
Внутренний объем, м <sup>3</sup>	387
Частота вращения, об/мин, об/ч;	6,02; 361,2
Мощность привода, кВт	87

## 2.5 Холодильники УХ 3x30

Барабанный холодильник представляет собой вращающийся стальной барабан длиной 30 м и диаметром 3 м, установленный с наклоном на роликовые опоры. Со стороны поднятого конца в барабан непосредственно из печи сыпается кокс и в результате вращения барабана перемещается к его опущенному концу.

Навстречу коксу движется холодный воздух и охлаждает его. Для лучшего теплообмена между коксом и воздухом улучшают условия пересыпания кокса, устанавливая в барабане пересыпающие лопасти.

Внутренняя часть барабана на половину длины футеруется шамотным кирпичом.

Барабаны крепят к корпусу печи. С внутренней частью ее они сообщаются люками, через которые кокс сыпается из печи в барабан.

Внутренняя поверхность рекуператора в горячей части футерована броневыми плитами из жароупорного чугуна с направляющими ребрами для

лучшего пересыпания кокса при вращении печи. Со стороны холодного конца барабана в середине рекуператора установлены пересыпающие лопасти. В конце барабана находится разгрузочное отверстие с колосниками, а в торце барабана — борт, препятствующий ссыпанию кокса помимо разгрузочного отверстия.

Таблица 2.6 Основные характеристики барабанного холодильника

Параметры	УХ 3х30
Производительность, т/ч	100
Диаметр корпуса, мм	3000
Длина корпуса, мм	30000
Внутренняя площадь, м <sup>2</sup>	245
Внутренний объем, м <sup>3</sup>	212
Частота вращения, об/мин, об/ч;	7,2; 432
Мощность привода, кВт	75

Воздух для охлаждения кокса засасывается в рекуператор, проходит через него, охлаждая кокс, и подогретым поступает в печь.

Рекуператорные холодильники позволяют охлаждать кокс до температуры 100÷120 °С.

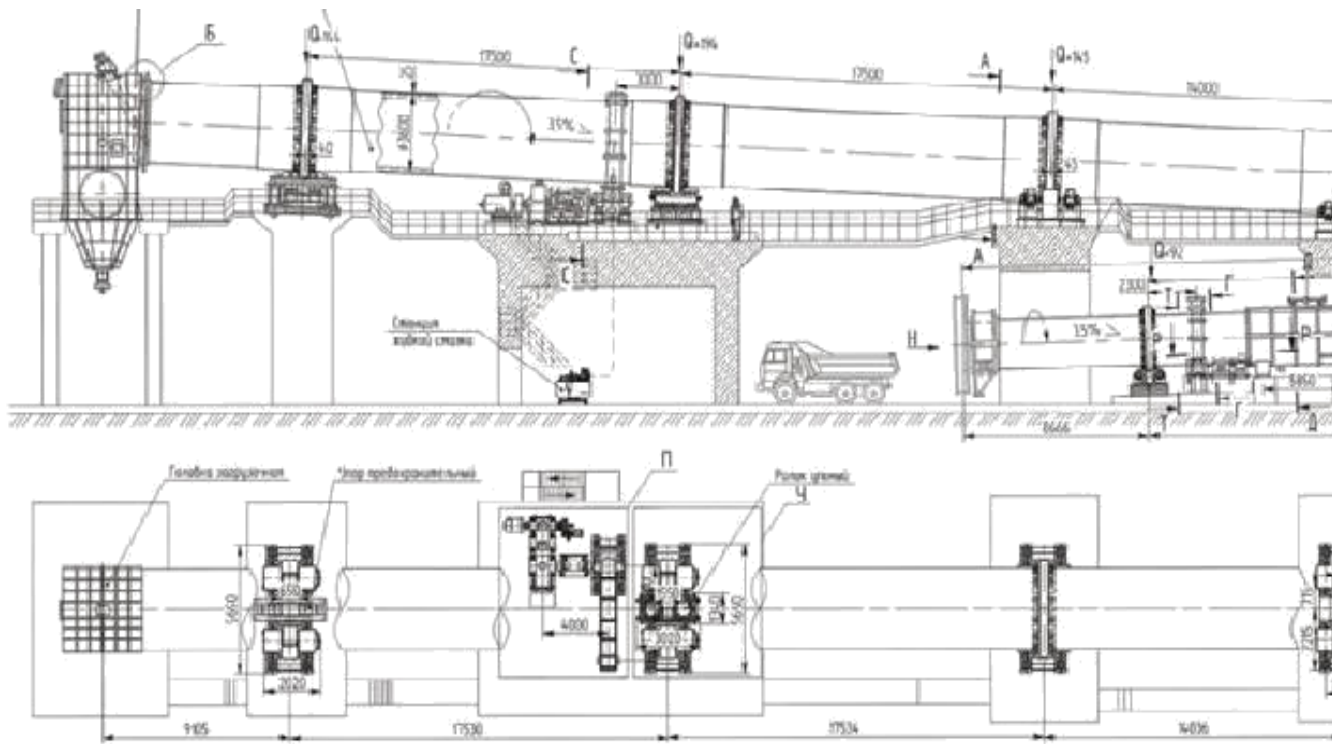


Рисунок 2.6 Барабанные печи и холодильники

## **2.6 Анализ работы технологических машин и оборудования прокалочного отделения ЦАМ**

В существующей технологической схеме и используемом оборудовании анодного производства наблюдаются следующие недостатки:

1. В текущей конфигурации анодное производство не имеет достаточной мощности для обеспечения потребности завода в анодной массе с учетом роста производства первичного алюминия.

2. Некоторые участки технологической схемы передела нефтяного кокса по своей производительности не позволяют поднять объемы выпуска анодной массы без снижения ее качества. К ним относится недостаточное охлаждение прокаленного кокса в холодильниках. Существующая конструкция холодильников не обеспечивает требуемую температуру кокса при увеличенной производительности прокалочной печи.

3. Система подачи сырого кокса к прокалочной печи не обеспечивает бесперебойную ее работу, так как она включает в себя большое количество устаревшего оборудования. В бункерах наблюдается зависание материала (кокса) вследствие его налипания или смерзания на стенки бункера.

4. Прокалочные печи не обеспечивают требуемую производительность вследствие недостаточного перемешивания кокса в печи и небольшим сроком службы ее футеровки.

5. Оформление узлов сочленения вращающегося барабана с «горячей» головкой не обеспечивает требуемую герметизацию, вследствие чего возникают подсосы воздуха и увеличивается угар кокса.

6. Существующая система аспирации газов от печей прокаливания кокса не предусматривает их очистку от сернистого ангидрида, годовой выброс которого составляет порядка 40 % от суммарных выбросов завода по данному ингредиенту.

В данной работе будут рассмотрены проблемы 2 и 5.



### 3 Повышение эффективности механического оборудования прокалочного оборудования цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ-Красноярск»

#### Модернизация оборудования прокалочного отделения ЦАМ

Годовые материальные балансы по нефтяному коксу каменноугольному пеку и анодной массе с 2009 до 2015 года приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Материальный баланс производства анодной массы.

Наименование	ГОДЫ						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Выпуск алюминия сырца, тыс тонн	906	920,3	937,9	959,2	981,2	1014,6	1033,0
Расход анодной массы на тонну алюминия, кг/т	521,0	520,8	517,0	517,0	515,9	515,0	515,0
Потребность в анодной массе, тыс. т	472,1	479,3	484,9	495,9	506,2	522,0	532,0
Удельный расход прокаленного кокса на тонну анодной массы, кг/т	709	709	709	709	709	709	709
Потребность в прокаленном коксе, тыс. т/год	334,7	339,8	343,8	352,1	364,0	370,0	377,0
Дефицит по прокаленному коксу тыс. т/год	-	-	-	-0,3	-11,6	-27,6	-34,6
Коэффициент использования прокалочных печей	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Выход годного при прокаливании сырого кокса, %	80	80	80	80	80	80	80
Производительность прокалочных печей, (фактическая) т/час	43,72	43,72	43,72	43,72	43,72	43,72	43,72
Требуемая производительность прокалочных печей, т/ч	42,45	43,1	43,6	44,7	45,2	46,64	48,9

Как можно видеть из таблицы с учетом прогнозируемой потребности в анодной массе, существует дефицит производства по прокаленному коксу в 2013; 2014; 2015; годах в размере 11,6; 27,6 и 34,6 тыс. т/год, соответственно, анодное производство не закрывает потребность в анодной массе, с учетом прогнозируемых уровней производства и потребления. Следовательно, наблюдается дефицит анодной массы, что сделает невозможным наращивание объемов производства первичного алюминия и существует острая потребность в модернизации прокалочного отделения ЦАМ.

Основные изменения существующей системы при проведении модернизации анодного производства коснутся, в первую очередь, участка прокаливания нефтяного кокса. Изменения в прокалке направлены на увеличение производительности прокалочных печей, и достижения большей стабильности качественных характеристик прокаленного кокса.

Для решения данной проблемы необходимо комплексно подходить к реконструкции ЦАМа, по возможности заменить устаревшее и отработавшее свой срок технологическое оборудование на более новое и производительное, либо модернизировать уже имеющееся оборудование чтобы оно отвечало требованиям по производительности и качеству выпускаемой продукции.

Для увеличения выпуска и улучшения качества прокаленного кокса предлагается реализация ряда технических и технологических решений по повышению эффективности охлаждения увеличенной массы прокаленного кокса (температура не более +95 °С

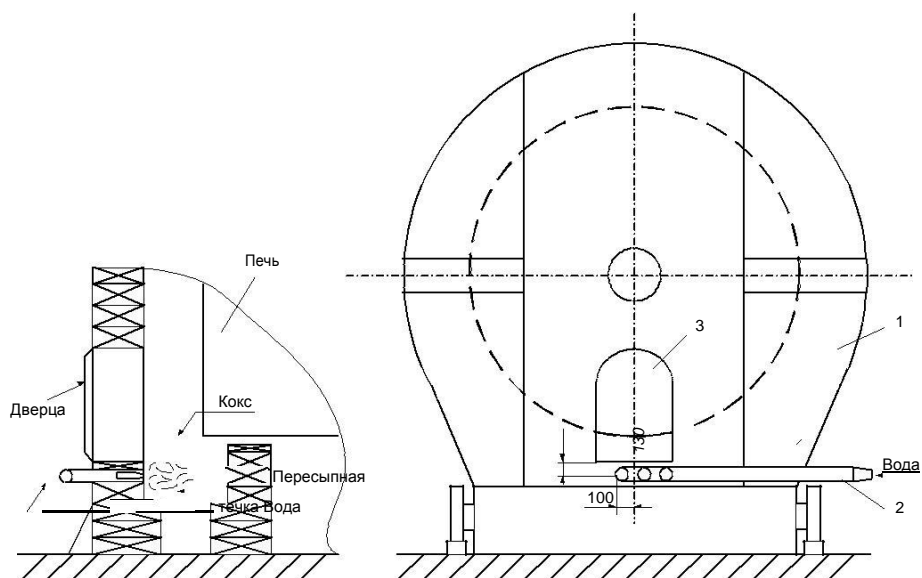
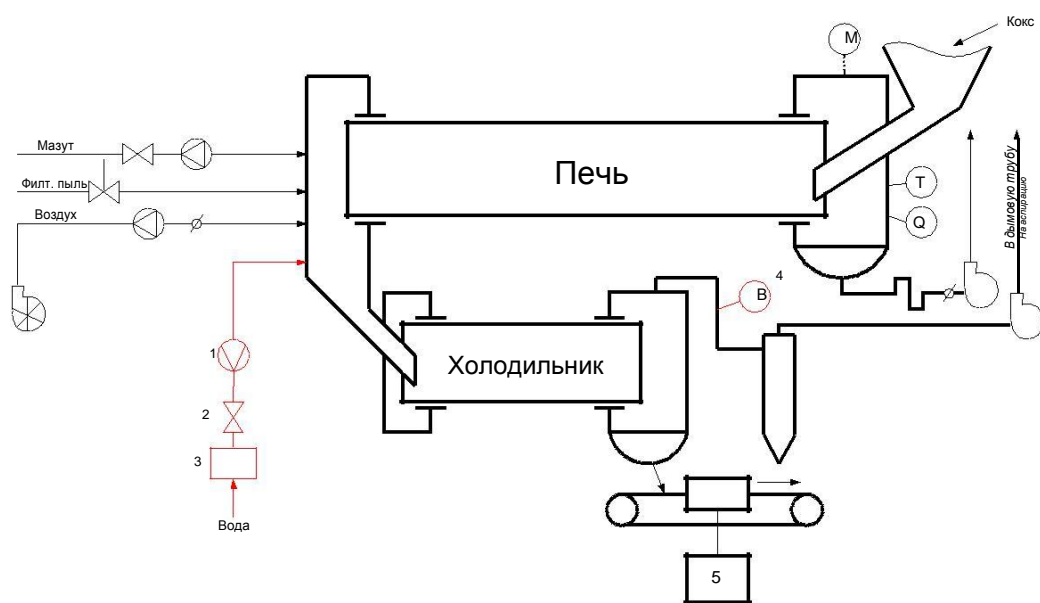


Рисунок 3.1 Схема установки распылительного устройства (2) в горячей головке прокаточной печи.



1- расходомер воды; 2- регулирующий кран; 3 – механический фильтр; 4 – влагомер газа.

Рисунок 3.2 Схема установки дополнительного оборудования на прокаточной печи.

Большое значение для обеспечения заданных условий работы прокаточной печи имеет конструктивное оформление узлов сочленения вращающегося барабана с «горячей» головкой холодильника. Конструкция

сочленения должна быть максимально уплотнена, чтобы подсосы воздуха были минимальны. При повышенных подсосах воздуха наблюдается повышенный угар кокса, так как нарушается соотношение длин зон в печи и вместо выделяющихся летучих сгорает прокаленный кокс в зоне охлаждения материала.

Для предотвращения окисления прокаленного кокса предусматривается установить регулятор перепада разрежения между печью и холодильником в соответствии с рисунком 3.3; провести работы по оптимизации аспирационной системы (установка и ревизия запорной арматуры, установка необходимых исполнительных механизмов и заслонок, чистка аспирационной системы и т.п.).

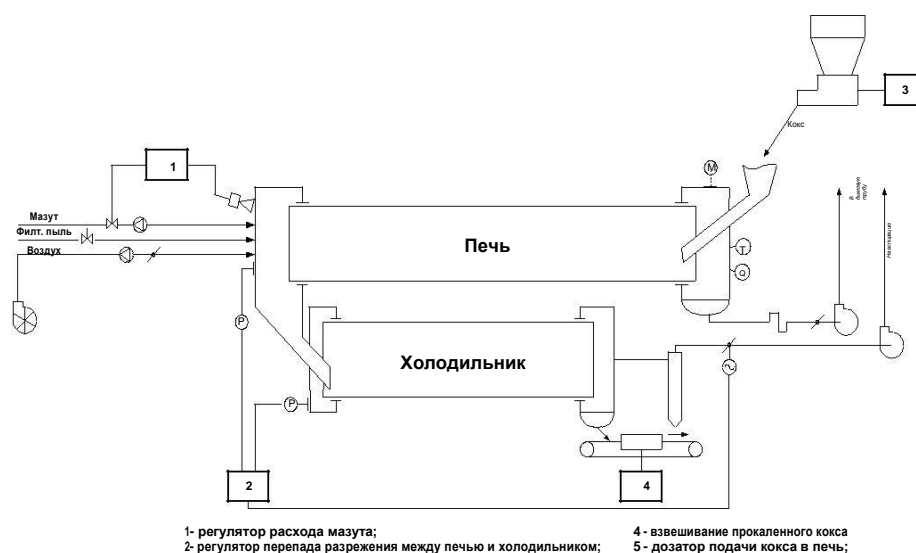


Рисунок 3.3 Фрагмент схемы автоматизации технологического процесса прокаливания

При повышенных подсосах воздуха наблюдается повышенный угар кокса, так как нарушается соотношение длин зон в печи и вместо выделяющихся летучих сгорает прокаленный кокс в зоне охлаждения материала.

Для предотвращения окисления прокаленного кокса предусматривается установить на горячей головке холодильника систему уплотнения рисунок

3.4. Уплотнение горячей головки предлагается выполнить из графитовых сегментов, скользящих по поверхности барабана холодильника, по аналогии с существующими уплотнениями горячей и холодной головками печи в соответствии с рисунком 3.5;

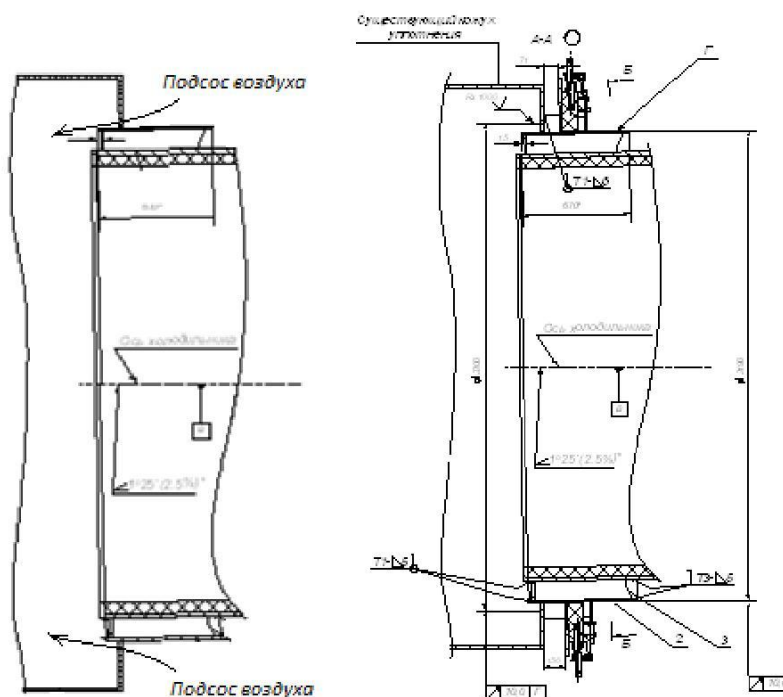
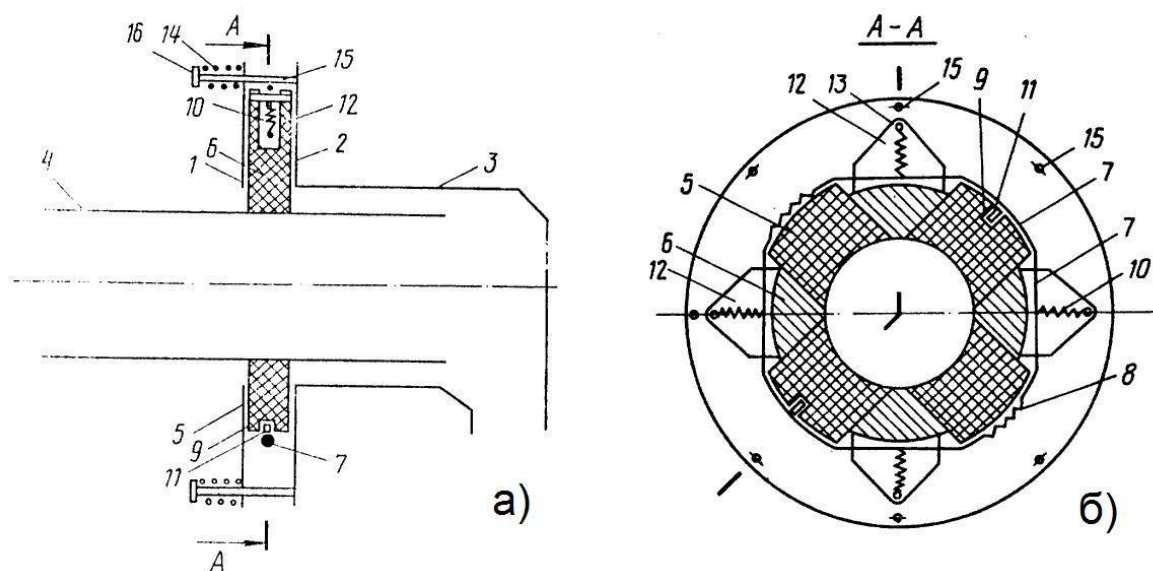


Рисунок 3.4 Установка графитового уплотнения

Уплотнение вращающейся печи (рисунок 3,5) содержит установленное между обечайками 1, 2 неподвижной камеры 3 и охватывающее корпус 1 печи составное уплотнение, кольцо из чередующихся блоков из антифрикционного материала (например, из графита или чугуна) с параллельными торцами и клиновых блоков 6 из износостойкого материала. Механизм прижатия блоков к корпусу 4 печи выполнен в виде охватывающего блоки из антифрикционного материала замкнутого подпружиненного гибкого элемента 7 (например, троса) с пружинами 8, обеспечивающими контакт блоков 5, 6 с печью и между собой. Клиновые блоки выполнены с пазами 9 по наружной поверхности, в которой

расположен замкнутый гибкий элемент 7, соединенный с блоками пружинами 10.

Для фиксации гибкого элемента 7 относительно блоков 5 на нем закреплены штифты 11, входящие в пазы 9 на блоках 5. На блоках 6 имеются направляющие 12 с осями 13, на которые надеты пружины 10, другим концом закрепленные на гибкий элемент 7. Составное уплотнительное кольцо из блоков 5, 6 прижимается к кольцу 2 при помощи обечайки 1 через пружины 14, которые надеты на пальцы 15, закрепленные одним концом в обечайке 2, а на другом имеющие гайки 16.



1, 2 обечайки, 3 – неподвижная камера, 4 – корпус печи, 5 – блоки из антифрикционного материала, 6 – клиновые блоки, 7 – гибкий элемент (трос), 8 – пружины, 9 – пазы, 10 – пружины, 11 – штифты, 12 – направляющие, 13 – оси, 14 – пружины обечаяек, 15 – палец, 16 – гайка.

Рисунок 3.5 . Устройство уплотнения печи

Таким образом, одна из обечаяек неподвижной камеры – обечайка 2 прикреплена к обечайке 1 подвижно с помощью перемещения в осевом направлении и подпружинена. Величину зазора между корпусом печи и неподвижной камерой 3 с обечайкой выбираем из условия исключения их касания при любом биении корпуса печи. Размер блоков 5 по радиусу

выбирается в 2-4 раза больше зазора между печью и камерой. Размеры блоков 5 по окружности между параллельными гранями берутся конструктивно с учетом получения минимального допустимого зазора между блоком 5 и корпусом печи 1 при наличии овальности последнего (чем больше размер блоков и больше овальность печи, тем больше величина возникающего зазора). Толщина блоков 5 выбирается конструктивно. Размер блоков 6 по окружности в месте соприкосновения их с печью выбираются не более 10 см и уточняются из условия получения в сумме вместе с блоками 5 окружности, равной окружности печи 1. Угол клина блоков 6 выбирается равным  $360^{\circ}/n$ , где  $n$  – количество блоков 5 или 6 (их число одинаково). Толщина блоков 6 равна толщине блоков 5. Размер блоков 6 выбирается по радиусу выбирается меньше размеров блоков 5 на величину допустимого износа последних. Расположение осей 13 относительно блоков 6 определяется из условия расположения пружины 10 между осями 13 и тросом 7, которые всегда обеспечивают прижатие блоков 6 к печи.

Размеры и характеристики пружин 8 определяются расчетом из условия постоянного прижатия блоков 5 к печи с учетом допустимой величины износа блоков 5 от трения о печь. Наружние размеры обечаек 1, 2 выбираются из условия расположения между ними блоков 6 с учетом их радиальных перемещений и пальцев 15. Размеры и характеристики пружин 14 определяются расчетом из условия зажатия без зазора блоков 5 и 6 между обечайками 1, 2. Остальные размеры определяются конструктивно и проверяются на прочность и работоспособность.

Принцип работы устройства уплотнения вращающейся печи.

Составное уплотнительное кольцо из блоков 5, 6 все время контактирует с печью, так как блоки 5 прижимаются к ней при помощи гибкого элемента с пружинами 8, а блоки 6 пружинами 10 – через оси 13.

При этом блоки 5, 6 зажаты между обечайками 1, 2. При вращении печи и наличии биения ее оси блоков 5, 6 все время перемещаются в радиальном направлении на величину этого биения, но все время находятся в контакте с

ней и обечайками 2, что и обеспечивает уплотнение, в том числе и при износе блока 5 в допустимых пределах.

Предложенная конструкция уплотнения обеспечивает повышение надежности работы из – за отсутствия направляющих, что снижает стоимость изготовления и затрат на обслуживание, а отсутствие зазора между блоками 5, 6 и обечайками 1, 2 исключает подсосы воздуха, что уменьшает расход топлива.

Монтаж уплотняющего устройства.

Основные требования проведения монтажных работ

Монтажные работы должна выполнять специализированная организация, имеющая опыт монтажа металлургического оборудования.

На монтажную площадку оборудование должно поступать в полном соответствии с ГОСТ 24444-80, ОСТ 24.010.01-80 и техническими условиями на изготовление и поставку, согласованными и утвержденными в установленном порядке. Нетранспортабельное оборудование поставляют сборочными единицами, прошедшими на предприятии-изготовителе полную контрольную сборку и испытания, имеющими монтажную маркировку, не требующими до изготовления при монтаже.

К началу производства работ по монтажу технологического оборудования генподрядчик должен выполнить касающиеся его подготовительные работы согласно СНиП 3.05.05-84, а также обеспечить питание электроэнергией по постоянной или временной схеме технологических грузоподъемных средств и передаточных тележек, необходимых для монтажа оборудования.

К началу работ по монтажу технологического оборудования в цехе должны быть смонтированы и в установленном порядке сданы в эксплуатацию, технологические грузоподъемные средства и передаточные



тележки, которые будут использованы для производства работ, а также постоянные и временные железнодорожные пути, и автодороги, необходимые для подачи оборудования.

Расконсервация рабочих поверхностей оборудования производится в соответствии с ГОСТ 9.014-78. Защитный состав, который покрывает оборудование, должен быть удален, как правило, перед индивидуальным испытанием оборудования без разборки в соответствии с указаниями, приведенными в технической документации предприятия-изготовителя.

Очищенные и протертые поверхности должны быть покрыты рабочей смазкой, указанной в технических условиях или чертежах предприятия-изготовителя.

Сборка улотняющего устройства.

Установка обечайки 2 производится при помощи сварки непосредственно на неподвижной части вращающейся печи посредством стелового крана, соответствующей грузоподъемности.

Комплектовка антифрикционных и клиновых блоков проводится в горизонтальном положении на стендах в соответствии с рисунком 3.5а, после чего производится сборка непосредственно на подвижном барабане печи.

Прижим блоков к корпусу печи исполнен в виде механизма, выполненного в виде охватывающего блоки из антифрикционного материала замкнутого подпружиненного элемента, который обеспечивает контакт блоков между собой и с печью.

Гибкий элемент (трос) устанавливается в пазы клиновых блоков и соединяется с ними пружинами на направляющих.

Обечайка 1 устанавливается на пальцы, которые закреплены одним концом на обечайке 2. После чего на пальцы устанавливаются пружины и затягиваются гайки.

## 4 Организация эксплуатации и ремонта оборудования

В качестве системы ТО и Р предлагается система планово-предупредительного ремонта.

Количество ТО и Р рассчитано аналитическим методом для вновь введенных машин и оборудования. Расчет приведен ниже.

Таблица 4.1. Ремонтные нормативы основного технологического оборудования

№	Оборудование	Количество	Ремонт				Трудоемкость, чел. - час.	
			Вид	Периодичность, ч.	Продолжительность, ч.	Число в цикле	1-го ремонта	Среднегодовая
1	Прокалочная печь УВП 3×45	1	ТО	240	18	52	64	2264
			Т	6480	72	1	2200	1497
			К	12960	120	1	6500	4420
2	Холодильник УХ 3×30	1	ТО	730	4	4	8	8
			Т	8760	16	3	30	23
			К	35040	120	1	300	75

### Определение количества и видов работ

Количество капитальных ремонтов определяют по формуле:

$$N^k = \frac{H_{\Gamma} - H_K}{K} \quad (4.1)$$

где  $H_{\Gamma}$  – планируемая выработка на год, определяемая по формуле:

$$H_{\Gamma} = T_{\Gamma} * K_{u-p}^n - T_p \quad (4.2)$$

где - планируемый коэффициент использования;

$T_p$  - количество часов, затрачиваемых на ремонт в планируемом году.

$$T_p = \frac{T_{\Gamma} * (T_{T0} * N_{T0}^u + T_{T1} * N_{T1}^u + T_{T2} * N_{T2}^u + \dots + T_K * N_K^u)}{K} \quad (4.3)$$

где  $T_{T0}$  - продолжительность соответственно одного технического обслуживания, первого текущего, второго текущего и т.д., капитальных ремонтов, час.;

$N_{T1}$  - число в цикле соответственно технического обслуживания первого текущего, второго текущего и т.д., капитального ремонтов, ед.;

$K$  – ремонтный цикл машины, час.

$T_{\Gamma}$  - номинальный фонд времени работы оборудования, год.  
Принимаем по таблице 2 равным 8760 часов.

$N_K$  – выработка машины от предыдущего капитального ремонта.  
Для оборудования, вводимого в эксплуатацию в начале планируемого года,  
 $N_K = 0$

Прокалочная печь УВП 3×45

$$T_p = \frac{8760 * (18 * 52 + 72 + 120)}{12960} = 762 \text{ час}$$

$$H_{\Gamma} = 8760 * 0,9 - 762 = 7122 \text{ час}$$

$$N_K = \frac{7122 - 0}{12960} = 0,6 \approx 0 \text{ шт}$$

$$N_{T1} = \frac{H_{\Gamma} + H_{T1}}{T_1} - N_K = \frac{7122}{6448} - 0 = 1,1 \approx 1 \text{ шт}$$

$$N_{TO} = \frac{H_{\Gamma} + H_{TO}}{T_{TO}} - N_K - N_{T1} = \frac{7122}{240} - 1,1 = 29шт$$

Холодильник УХ 3×30

$$T_P = \frac{8760 * (4 * 4 + 16 * 3 + 120)}{35040} = 46час$$

$$H_{\Gamma} = 8760 * 0,9 - 46 = 7838 час$$

$$N_K = \frac{7838 - 0}{35040} = 0,2 \approx 0шт$$

$$N_{T1} = \frac{7838}{0шт 8760} - 0 = 0,9 \approx$$

$$N_{TO} = \frac{7838}{10шт 730} - 0 - 0 = 10,7 \approx$$

Таблица 4.2. Количество технических обслуживаний на каждое оборудование

Наименование	ТО	Т	К
Прокалочная печь УВП 3×45	29	1	0
Холодильник УХ 3×30	10	0	0

Рассчитанное количество ТО и Р включить в общий годовой и месячный график ремонта по предприятию.

## 5 Экономическая часть

### 5.1 Расчет себестоимости производства анодной массы

#### Вспомогательные материалы

Данная статья включает затраты на нормируемые сырье и материалы для производства анодной массы.

Для определения суммы, необходимой на приобретение материалов, умножаем годовой объем производства, норму расхода и цену на единицу материала. Расчет расходов на сырье и вспомогательные материалы приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Расчет затрат по статье «Сырье и вспомогательные материалы»

Наименование материалов	Ед. измерения	Годовой объем производства (по аналогу) тыс.т.	Норма расхода (по аналогу)	Норма расхода (по проекту)	Цена за единицу, руб.	Сумма затрат, тыс.руб.
Нефтяной кокс сырой	т	135	2,637	1,78	4080	1452480,00
Пек	т	135	1,043	0,704	960	135168,00
Вода охлаждающая	т	135	0,075	0,05	4,5	45,00
Волки	шт.	135	0,000015	0,000012	1700	4,08
Футировка	кв.м	135	0,00074	0,0005	4500	450,00
Прочие						79407,35
Всего						1667554,43

На основании данной таблицы можно сделать следующие выводы:

- при норме расхода по проекту (после внедрения нового оборудования) на сумму затрат 1667,5 тыс. руб. можно произвести анодной массы в объеме 200 тыс. т.

- затраты на сырье и материалы в расчете на 1 т анодной массы составят 8337,77 руб.

## **5.2 Затраты на энергию**

Затраты на энергию составят 162891 тыс. руб., в расчете на 1 т анодной массы затраты составят 814,46 руб.

## **5.3 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования**

Затраты на содержание и эксплуатацию приведены в таблице 5.2

Затраты на эксплуатацию оборудования принимаем в размере 1% от балансовой стоимости оборудования.

Таблица 5.2 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1.Эксплуатация оборудования	1 525
2.Основная и дополнительная зарплата	3 628
3. ОСН	1 234
4.Текущий ремонт оборудования	4 576
5.Прочие затраты	548
6.Амортизация вспомогательного оборудования	1 266
Итого:	12 778

Отчисления на социальные нужды составляют 34 % от заработной платы вспомогательных рабочих:

Затраты на текущий ремонт оборудования принимаем в размере 3% от балансовой стоимости оборудования.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования составят 12,7 млн. руб. в год.

#### **5.4 Цеховые расходы**

Сумму затрат по данной статье определяют сметой по приведенной номенклатуре элементов. Величину расходов каждой статьи рассчитывают на основании данных предприятия или укрупнено по таблице 5.3.

Таблица 5.3 Данные предприятия

Наименование элементов	Сумма, тыс.руб.
Заработная плата цехового персонала (руководителей и специалистов)	8762,88
ОСН	2979,38
Охрана труда и техника безопасности –2 % от заработной платы рабочих и цехового персонала	991,58
Содержание зданий и сооружений 1 – 2 % от их стоимости	451,50
Текущий ремонт зданий и сооружений 2- 3 % от их стоимости	451,50
Расходы по изобретению	247,90
Канцелярские и почтово-телеграфные расходы (до 2 тыс. руб. на каждого руководителя и специалиста или по данным предприятия)	30,00
Амортизация зданий и сооружений	612,63
Итого	14527,36

Заработная плата ИТР принимается по данным таблицы 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет численности и заработной платы ИТР

Наименование должности	Кол-во, чел.	Месячный оклад, руб.	Премия, руб.	Полный оклад, руб.	Сумма годового заработка с учетом районного коэффициента, руб.
Начальник	1	40000	16000	56000	1075200
Главный инженер	1	38000	15200	53200	1021440
Главный энергетик	1	34000	13600	47600	913920
Главный механик	1	34000	13600	47600	913920
Мастер по ремонту оборудования	2	15000	6000	21000	806400
Начальник участка	4	18000	7200	25200	1935360
Мастер смены	4	17000	6800	23800	1827840
Зав. складом	1	10000	4000	14000	268800
Итого:	15				8762880

Отчисление на социально страхование определяются в размере 34 % от заработной платы ИТР. Общая сумма цеховых расходов составит 14,5 млн. руб. в год.

## 5.5 Калькуляция себестоимости

Калькуляция себестоимости 1 т анодной массы при объеме годового производства 200 тыс. т приведена в таблице 5.5



Таблица 5.5 Калькуляция себестоимости 1 т анодной массы

Статьи расхода	Всего, тыс. руб.	На 1 т АМ, руб.
Сырье и материалы на технологические цели	1667554,43	8337,77
Энергия на технологические цели	162891,32	814,46
Основная заработная плата производственных рабочих	31393,17	156,97
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	5757,70	28,79
Отчисления на социальные нужды	12631,30	63,16
Амортизация	21255,88	106,28
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	12778,02	63,89
Цеховые расходы	14527,36	72,64
Себестоимость	1928789,18	9643,95

Себестоимость 1 т анодной массы составит 9643,95 руб., общие затраты на производство в год составят 1928,8 млн. руб.

Цена 1 т анодной массы 19,25 тыс.руб./т

Основные технико-экономические показатели работы предприятия после модернизации печи прокаливания (проект) и до ее модернизации (аналог) приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По проекту	По аналогу
Годовая производительность, т	200000	135000
Годовой объем реализованной продукции, млн.руб.	21000,00	14175,00
Себестоимость анодной массы, руб./т	9643,95	9880,70
Производительность труда рабочего, т/год	980,39	661,76
Удельные капитальные затраты, руб./т	0,88	1,30
Списочный состав рабочих, чел.	204	204
Средняя заработная плата рабочего, руб./мес.	20237,77	20237,77
Амортизация, тыс. руб.	23134,59	24059,97
Прибыль, тыс. руб.	171210,82	83605,69
Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, тыс.руб.	136968,66	66884,55
Рентабельность производства, %	71,10	34,72
Фондоотдача, руб./руб.	11,99	8,09
Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат, мес.	0,47	

Среднемесячная заработная плата рабочего на предприятии составит 20,24 тыс. руб./мес. Предприятие получит прибыль в размере 171 млн. руб./год., из которой 137 млн. руб. останется в распоряжении предприятия.

Рентабельность продукции составит 8,9 %.

Фондоотдача определяется по формуле:

(5.1)

С одного рубля, вложенного в основные производственные фонды предприятие, получает анодную массу стоимостью 12 руб.

В рамках проекта предусмотрена замена части технологического оборудования, ограничивающей производительность цеха, которая требующая дополнительных капитальных затрат в размере 1851,20 тыс. руб.

на увеличение зоны охлаждения барабана, установки дополнительных систем охлаждения верхней части перегрузочного узла и уплотнения горячей головки барабана, а также оптимизации аспирационной системы.

Модернизация позволит выйти на требуемый объем производства анодной массы в размере 200 тыс. т ежегодно, что на 48 % больше существующего объема производства. Снижение себестоимости за счет условно-постоянных затрат позволит при выполнении плана ежегодно экономить порядка 47,4 млн. руб.

Условно-постоянные расходы на производство анодной массы складываются из заработной платы рабочих (повременной), отчислений на социальные нужды, РСЭО и цеховых расходов. Они составляют 98344,42 тыс. руб.

Доля условно-постоянных расходов в себестоимости анодной массы до внедрения:

Доля условно-постоянных расходов в себестоимости анодной массы после внедрения:

Условно-постоянные расходы в себестоимости анодной массы до внедрения:

Условно-постоянные расходы в себестоимости анодной массы после внедрения:

Экономия на 1 т анодной массы составит:

Годовая экономия на условно постоянных расходах при достижении планового объема 200 тыс. т анодной массы составит:

Достигнутая экономия позволит окупить дополнительные капитальные затраты за 0,5 месяца эксплуатации экструдеров при производстве анодной массы и значительно улучшить показатели работы подразделения.

## **6 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда**

К работе допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, курс обучения по утвержденной программе и сдавшие экзамен квалификационной комиссии, аттестованные на первую квалификационную группу по электробезопасности.

Рабочий может приступить к работе только после инструктажа по безопасности труда, проведенного мастером смены непосредственно на рабочем месте с записью в личной карточке прохождения обучения.

К самостоятельной работе рабочий допускается после стажировки на рабочем месте в течение 14 смен под руководством лица, назначенного приказом по цеху. В процессе работы возможны воздействия опасных и вредных факторов производства: повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; недостаток естественного света; физические перегрузки; недостаточная освещенность рабочей зоны: движущиеся машины и механизмы.

Для защиты работающих от воздействия вредных и опасных производственных факторов применяются средства индивидуальной защиты. Они выдаются по типовым отраслевым нормам. Для защиты от пыли и загрязнения применяются костюмы х/б, для защиты ног - сапоги кирзовые или ботинки кожаные, для защиты рук рукавицы комбинированные. Для защиты головы от возможных механических воздействий применяется защитная каска. Для защиты органа слуха от шума - беруши или наушники. Для предотвращения глазных травм - защитные очки.

Все работающие обязаны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка.

При работе необходимо соблюдать правила личной гигиены: принимать пищу, пить воду в отведенных для этого местах: перед приемом пищи руки вымыть с мылом: пользоваться защитными кремами и мазями; по окончании работы принять душ.

Если с вами или вашим товарищем произошел несчастный случай, необходимо оказать первую помощь пострадавшему, отправить его в здравпункт.

Обо всех несчастных случаях сообщать мастеру.

Для каждого рабочего должно быть обеспечено удобное рабочее место, не стесняющее его действий во время выполнения работы.

Слесарные верстаки должны иметь жесткую и прочную конструкцию и быть достаточно устойчивыми.

Место производства работ должно быть очищено от мусора и посторонних предметов. Пол на рабочем месте слесаря должен быть ровным и сухим. Разлитое масло убрано, растворы смыты. Если оборудование стоит в ремонте и его ремонтируют, то на пускателе должна быть табличка "Не включать, работают люди!". Разрешение на ремонт дается мастером смены или механиком.

При работе на станках нужно надеть очки, подъем тяжестей производится подъемными механизмами с надежными тормозами.

Запрещается на станках работать в рукавицах, а уборка станка, во избежание травм, производится в рукавицах.

Ударные, нажимные и ручные режущие инструменты должны иметь надежно закрепленные рукоятки, изготовленные из сухой древесины твердых и вязких пород. Конец рукоятки, на которую насажен инструмент, необходимо расклинивать металлическим завершенным клином. Рукоятки нажимных инструментов для обработки металла должны иметь стяжные кольца. Пользоваться нажимным инструментом без ручек запрещается.

Ручной инструмент для рубки металла должен быть: длиной не менее 150 миллиметров, а оттянутая часть не менее 60-70 миллиметров, режущие

кромки не должны иметь повреждений; затылочная часть должна быть не закаленной, гладкой, слегка выпуклой, не иметь трещин, сколов и заусенцев.

Бойки ударного инструмента должны иметь ровную, слегка выпуклую поверхность без трещин, сколов и заусенцев. Рукоятка для работы с клиньями и зубилами должна быть длиной не менее 0,7 метра. Рабочие поверхности гаечных ключей не должны иметь сколов, а рукоятки -

заусенцев. Зевы гаечных ключей должны соответствовать размерам гаек и головок болтов. Запрещается удлинять гаечные ключи присоединением другого ключа или трубы. Длине рабочей чести отвертки должна быть равна диаметру винта, а рабочая часть плотно входить в шлиц головки винта.

Ножовочные полотна должны быть надежно закреплены в станках, натянуты и не должны быть ровными, без повреждений и сколов. Домкраты должны иметь надежные тормозящие устройства. Опорные части должны быть ровными, без повреждений и сколов.

Инструмент должен использоваться только по своему назначению в соответствии выполняемым работам.

Немаловажным фактором организации труда на машиностроительном предприятии является его охрана, для чего на нем создается специальная система охраны труда производственного персонала. При эксплуатации оборудования машиностроительных производств на персонал воздействуют различные факторы. Опасным является такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья и работоспособности. Воздействие опасного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей называют несчастным случаем на производстве.

Система охраны труда работающих предназначена для создания безопасной работы персонала и организации мероприятий по созданию высокого общего уровня производственной среды и культуры производства. Она включает технику безопасности и производственную санитарию.

Техника безопасности - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Производственная санитария - система мероприятий и средств, уменьшающих или предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Подсистема обеспечения безопасной работы персонала предназначена для создания безопасной эксплуатации и обслуживания оборудования, профилактики и ликвидации пожаров, а также ограничения их последствий.

В автоматизированном производстве роль этой подсистемы возрастает, так как возрастает насыщенность производства автоматическими средствами, работающими от ЭВМ и представляющими особую опасность для работающих. Большое значение приобретает защита от воздействия механических устройств. На планировке автоматизированных участков необходимо предусматривать защитные ограждения у основного и вспомогательного оборудования и пульты аварийного отключения его.

Рекомендуемая высота ограждения 1.3 метра от уровня пола при условии, что расстояние от исполнительных устройств автоматизированного комплекса до ограждения составляет не менее 0.8 метра. Ограждения рекомендуется выполнять из труб, обшитых металлической сеткой с ячейками 60 x 60 мм. Ограждения следует окрашивать в виде чередующихся, наклоненных под углом 45 - 60° полос шириной 130 - 200 мм желтого и черного цвета при соотношении ширины полос 1:1.

При использовании подвешенного транспорта под проходами, проездами и рабочими местами в целях предупреждения несчастных случаев необходимо предусматривать под зоной движения защитные сетки или другие устройства, предупреждающие падение перемещаемых изделий.

Скорость перемещения исполнительных устройств промышленных роботов во время программирования и обучения не должна превышать 0.3 м/с. Запрещается присоединять и отсоединять захватные устройства без



предварительного отключения последних от источника питания. Все захватные устройства для манипулирования должны быть снабжены устройствами блокирования от выпадения изделия при прекращении подачи электро- и гидроэнергии.

Ограждение рабочей зоны автоматизированного участка может быть выполнено с применением устройств, использующих различные контактные, силовые, ультразвуковые, индукционные, светолокационные и другие датчики. К числу таких устройств относятся трапики, переходные мостики, буфера.

Светолокационные датчики (например, датчики, работающие на просвет) определяют месторасположение человека в рабочей зоне автоматизированного участка.

Вместе с тем для увеличения безопасности обслуживающего персонала предусматривают дополнительные устройства, например, выдвижные упоры, располагаемые в местах, ограничивающих рабочую зону автоматических транспортных средств. Эти упоры выдвигаются как по команде от оператора, так и по сигналу светозащиты при появлении в данной зоне человека и препятствуют перемещению робота в эту зону.

Защита от стружки и СОЖ может быть индивидуальной (защитные костюмы, очки, специальная обувь и т. п.) и может осуществляться с помощью оградительных средств, которые могут быть стационарными, подвижными и переносными.

Должны быть приняты меры, обеспечивающие защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его воздействия. Активная пожарная защита обеспечивает успешную борьбу с возникающими пожарами. При

проектировании механосборочного производства для активной пожарной защиты предусматривают систему пожарных водопроводов, стационарные пожарные установки автоматические и ручные с дистанционным пуском, огнетушители и противопожарные щиты с ящиками для песка.

Подсистема обеспечения санитарных условий труда предназначена для соблюдения санитарных норм воздушной среды, освещенности, чистоты помещений, защиты от вибраций, шума, а также проведения мероприятий по производственной эстетике.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений, то есть в пространстве высотой до 2 метра над уровнем пола, путем устранения воздействия таких вредных производственных факторов, как пары, пыль, избыточные теплота и влага.

Правильно спроектированное и выполненное освещение в производственных цехах способствует обеспечению высокой производительности труда и качества выпускаемой продукции. Сохранность зрения, состояние нервной системы работающих и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. Культура производства в значительной степени определяется правильной организацией работ по обеспечению чистоты помещений. При проведении этих работ следует облегчать труд рабочих по уборке путем механизации этих работ.

По характеру и способам проведения уборочные работы можно разделить на уборку помещений и уборку на высоте. Каждая разновидность уборочных работ требует своих способов механизации и организации их выполнения. Все уборочные работы должны проводиться по графику, который составляют в соответствии с руководящими материалами. Уборочные работы на высоте требуют специальной подготовки рабочих и применения соответствующих механизмов и устройств.

Увеличение производительности и, как следствие, рост мощности и быстроходности производственного оборудования при одновременном

снижении его материалоемкости сопровождается усилением вибраций. Воздействие вибраций не только ухудшает самочувствие работающих и снижает производительность труда, но и часто приводит к тяжелому профессиональному заболеванию - виброболезни. Поэтому при проектировании механосборочного производства вопросам борьбы с вибрацией должно уделяться большое внимание. Введение дистанционной; управления цехами и участками позволит полностью решить проблему защиты от вибраций.

Шум на производстве причиняет большой ущерб, вредно воздействуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление рабочих и операторов вследствие сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует повышению травмирования. При проектировании цехов выполняют расчет ожидаемого уровня шума на рабочих местах и предусматривают необходимые противозумные мероприятия: изменения в конструкции шумообразующего источника; заключение его в изолирующие кожухи; использование глушителей шума при выпуске сжатого воздуха из пневмосистемы; размещение наиболее мощных источников шума в звукоизолирующих помещениях; использование звукопоглощающей облицовки потолков и стен, штучных звукопоглотителей и звукопоглощающих экранов, виброизолирующих фундаментов или амортизаторов под оборудование. Если невозможно снизить уровень шума до допустимых пределов путем проведения перечисленных мероприятий, следует применять индивидуальные средства защиты работающих - заглушки (тампоны из ультратонкого стекловолокна) и наушники. В ряде случаев при проектировании производственных процессов необходимо обращать внимание на средства защиты не только от шума, но и от инфра - и ультразвука.

Производственная эстетика, оказывая психологическое воздействие на человека, также влияет на производительность труда, поэтому проведению

различных мероприятий по улучшению эстетического оформления помещений следует также уделять большое внимание.

Подсистема обслуживания работающих предназначена для создания нормальных условий работы, путем организации бытового и медицинского обслуживания, а также служб общественного питания.

По видам обслуживания и размещения объектов бытовое обслуживание можно разбить на три группы:

- местное, в повседневное рабочее время, в радиусе 50 - 90 м - курительные, санитарные узлы питьевые устройства;
- цеховое и межцеховое, повседневное и периодическое, в радиусе 200 - 400 м - комплекс гардеробов, умывальников и душевых помещений;
- общезаводское, повседневное и периодическое, в радиусе 500 - 800 м - прачечные, ремонтные и другие объекты.

В механосборочных цехах создают фельдшерский пункт при числе работающих 300 - 800, а в цехах с повышенной опасностью в отношении травматизма и профессиональных заболеваний - при меньшем числе работающих. По видам обслуживания и размещения объекты медицинского обслуживания имеют деление, так же как бытовое обслуживание. К

местному медицинскому обслуживанию относят санитарные посты и комнаты личной гигиены женщин. Цеховое медицинское обслуживание осуществляют здравпункты.

К службам местного общественного питания относят торговые автоматы, киоски и лотки. Службы цехового общественного питания включают буфеты, столовые - раздаточные, столовые - доготовочные (обеды из полуфабрикатов).

Безопасность при эксплуатации автоматизированных комплексов достигается путем их рациональной планировки, соблюдения техники безопасности и безаварийной работы оборудования, а также использования специальных устройств, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала. Планировка оборудования на участках должна обеспечивать

свободный, удобный и безопасный доступ обслуживающего персонала к оборудованию, к органам управления и аварийного отключения оборудования и механизмов, входящих в состав участка. Желательно, чтобы органы управления и аварийных блокировок были размещены на общем пульте управления и дублированы вдоль фронта оборудования по трассе возможных перемещений обслуживающего персонала.

Применение автоматических средств обнаружения пожаров является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности, так как позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения. С этой целью в помещениях располагают дымовые извещатели из расчета один извещатель на 60 - 70 м. Эвакуационные выходы из помещений следует располагать рассредоточеннее. Ширина путей эвакуации должна быть не менее 1 м, а ширина дверей на путях эвакуации - не менее 0,8 м, причем двери должны открываться наружу. Двери и ворота для выхода наружу или на лестничную клетку располагают от наиболее удаленного рабочего места на расстояниях, соответствующих нормам по технике противопожарной безопасности. Двери для эвакуации производственного персонала должны открываться в направлении выхода из здания.

Для обеспечения чистоты воздушной среды шлифовальные, полировальные и заточные станки необходимо оборудовать защитно-обеспыливающими кожухами и местными вытяжными вентиляционными устройствами.

Бытовые помещения чаще всего располагают в двухэтажной (или с большим числом этажей) пристройке к производственному корпусу, в нижней части которой размещают вспомогательные отделения цеха и санитарные узлы; во втором и более высоких этажах размещают гардеробы и душевые, конторские помещения и помещения психологической разгрузки персонала.

Максимальный комфорт и наилучшие архитектурно - планировочные решения для производственных корпусов с числом работающих до 1.5 - 2 тысяч достигаются при размещении комплекса бытового обслуживания в отдельно стоящем здании, связанном переходами с производственными помещениями.

Курительные комнаты располагают на расстоянии не более 100 м от наиболее удаленного рабочего места. Эти комнаты должны быть оборудованы скамейками и урнами в соответствии с принятым проектом интерьера для бытовых помещений.

Стены, двери и оборудование санитарных узлов должны быть облицованы такими материалами, которые при смывании с них грязи не меняют цвет и с которых стекает вся влага. Обязательна установка поливочных кранов с горячей и холодной водой для мытья полов, стен и оборудования. Питьевые устройства (колонки) размещают непосредственно на производственных площадях в местах, наиболее удобных для пользования ими. Они могут быть как одноместными, так и многоместными.

В типовых проектах бытовых пристроек каждый зал гардеробной разбит на блоки-ячейки, снабженные необходимыми санитарно-техническими устройствами (умывальники, душевые). Группы шкафов отделены от проходов раздвижными дверями, благодаря чему можно использовать гардероб для обслуживания разного числа мужчин и женщин.

Два изолированных светлых прохода делят потоки идущих на работу и с работы. Ширина между шкафами 2 м, что дает возможность устроить скамьи для переодевания всех пользующихся гардеробом. В блоках размещены двойные шкафы для хранения уличной и домашней одежды и одинарные шкафы для хранения рабочей одежды. Габаритные размеры двойных шкафов 350 x 500 x 1800 мм; одинарных - 250 x 500 x 1800 мм. В пристройках устанавливают душевые кабины закрытого типа с местами для переодевания.

Число кранов для умывания - один на десять человек, независимо от специальности работающих и выполняемых ими операций технологического

процесса. При гардеробных предусмотрены устройства для уборки с использованием холодной и горячей воды всех помещений гардероба. В гардеробных рекомендуется также устанавливать приспособления для чистки обуви, сушки волос, зеркала.

На каждом предприятии создается служба охраны труда, подчиненная главному инженеру. Он несет полную ответственность за безопасность при выполнении производственных процессов и осуществляет контроль за всеми мероприятиями по оздоровлению условий труда. Всю практическую работу, обеспечивающую безопасные условия работы в подразделениях предприятия, организуют начальники цехов, участков, смен, а также мастера. Безопасные условия труда на рабочих местах обеспечивает мастер.

Структура и штатный состав службы охраны труда зависит от количества производственного персонала на предприятии, сложности и опасности технологических процессов. В соответствии с этим служба охраны труда может быть отделом, бюро или группой, состоящей из нескольких инженеров по охране труда. Одними из основных функций отдела охраны труда являются инструктаж и обучение персонала безопасным методам работы. Для повышения качества этого обучения на предприятиях, со списочным составом работающих более 100 человек организуют кабинет охраны труда с соответствующими наглядными пособиями и аппаратурой, работой которого руководит начальник отдела (бюро) охраны труда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная бакалаврская работа выполнена на тему «Повышение эффективности эксплуатации механического оборудования прокалочного отделения цеха анодной массы в условиях ОАО «РУСАЛ-Красноярск». В ходе данного исследования был проведен анализ работы технологического оборудования прокалочного отделения и были выявлены существенные недостатки:

1. В текущей конфигурации анодное производство не имеет достаточной мощности для обеспечения потребности завода в анодной массе с учетом роста производства первичного алюминия.

2. Некоторые участки технологической схемы передела нефтяного кокса по своей производительности не позволяют поднять объемы выпуска анодной массы без снижения ее качества. К ним относится недостаточное охлаждение прокаленного кокса в холодильниках. Существующая конструкция холодильников не обеспечивает требуемую температуру кокса при увеличенной производительности прокалочной печи.

3. Система подачи сырого кокса к прокалочной печи не обеспечивает бесперебойную ее работу, так как она включает в себя большое количество устаревшего оборудования. В бункерах наблюдается зависание материала (кокса) вследствие его налипания или смерзания на стенки бункера.

4. Прокалочные печи не обеспечивают требуемую производительность вследствие недостаточного перемешивания кокса в печи и небольшим сроком службы ее футеровки.

5. Оформление узлов сочленения вращающегося барабана с «горячей» головкой не обеспечивает требуемую герметизацию, вследствие чего возникают подсосы воздуха и увеличивается угар кокса.

6. Существующая система аспирации газов от печей прокаливания кокса не предусматривает их очистку от сернистого ангидрида, годовой



выброс которого составляет порядка 40 % от суммарных выбросов завода по данному ингредиенту.

В дальнейшей работе были предложены мероприятия устранению некоторых недостатков путем внедрения нового оборудования и усовершенствования старого.

Были предложены следующие мероприятия:

- установка уплотнительного устройства на «горячую» головку вращающейся печи;
- установка регулятора перепада разрежения между печью и холодильником;

Также была рассмотрена безопасность жизнедеятельности и охрана труда прокаточного отделения цеха анодной массы «РУСАЛ-Красноярск» и произведен расчет экономического обоснования внедрения дополнительного оборудования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ремонт машины и оборудования: Метод. указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1701 и 1703/Сост. А.В. Гилев, Х.М. Мишхожев; КИЦМ. Красноярск 1993. 40 с.
- 2 Электрометаллургия алюминия /М.Я. Минцис, П.В. Поляков – Новосибирск: Наука, 2001
- 3 Производство цветных металлов /Н.И. Уткин. - М.: Интернет инжиниринг – 2000.
- 4 Ремонтимонтажметаллургическогооборудования/ Н. Л. Касаткин.– М. : Металлургия, 1970. – 312 с.
- 5 Надёжность,ремонтимонтажметаллургическогооборудования/Д.П .Притыкин.–М.:Металлургия,1985.– 363 с.
- 6 Гигиена труда в основных отраслях промышленности. Методическое пособие / Т.В. Еремина, И.Г. Тимофеева, Н.И. Гусева. – Улан-Удэ, Изд-во ВСГТУ, 2004
- 7 СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учётной деятельности. Красноярск: СФУ, 2014 г.